Aus der Prothetischen Abteilung (Leiter: Professor Dr. med. dent. Hermann Kirsten) der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med., Dr. med. dent. Ewald Harndt

FORMEN UND WIRKUNGSWEISEN DES VERANKERUNGSELEMENTES "KLAMMER"

- Ein Beitrag zur Entwicklung der Verankerungsmöglichkeiten partieller zahnärztlicher Prothesen -

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1962

vorgelegt von

Ute Filitz

aus Brieg

Druck:

ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e.V.

DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE

1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus der Prothetischen Abteilung (Leiter: Professor Dr. med. dent. Hermann Kirsten) der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med., Dr. med. dent. Ewald Harndt

FORMEN UND WIRKUNGSWEISEN DES VERANKERUNGSELEMENTES "KLAMMER"

- Ein Beitrag zur Entwicklung der Verankerungsmöglichkeiten partieller zahnärztlicher Prothesen -

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Zahnmedizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Ute Filitz

aus Brieg

Dekan: Professor Dr. med., Dr. med. dent. Ewald Harndt
Referent: Professor Dr. med. dent. Hermann Kirsten
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Werner Hielscher

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 10. Mai 1962

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung

II. Historischer Überblick

III. Allgemeiner Teil

1) Bestandteile der Klammer

2) Wirkungsweise der Klammern

3) Klammerauflagen

4) Klammermaterialien

IV. Spezieller Teil

1) Bandklammern

a) einarmige (mit einem buccalen Arm)

b) zweiarmige (mit buccalem und oralem Arm)

c) zweiarmige mit Auflage

d) Rumpelsche Deckelklammer

2) Drahtklammern

a) einarmige (mit buccalem oder oralem Arm)

b) zweiarmige (mit buccalem und oralem Arm)

c) zweiarmige mit Auflage

d) geteilte Klammer

3) Kombinierte Klammern

a) Draht - Band

b) Draht - Guß

4) Gußklammern

a) einarmige nach Bondy

b) Mesio - Distal - Klammer nach Roach

c) Hakenklammer

d) Roach - Klammersystem

e) fortlaufende Klammer

f) Ney - Klammersystem

5) Sonstige Befestigungsmittel

a) bewegliche Verbindungen

b) Verwendung von Kunststoff

c) Teleskopkronen

V. Diskussion

VI. Zusammenfassung

VII. Literaturangabe

VIII. Anhang: Zeichnungen von Klammerkonstruktionen

Einleitung

Die Frage nach der Verankerung partieller zahnärztlicher Prothesen am Restgebiß ist so alt wie die zahnärztliche Prothetik überhaupt.

Die vorliegende Arbeit soll die Entwicklung hinsichtlich der Form und Wirkungsweise der Verankerungselemente, insbesondere der Klammern, veranschaulichen, wobei auf die heute verwendeten besonders eingegangen werden soll.

Historischer Überblick

Schon in frühester Zeit haben die Menschen den Verlust ihrer Zähne als Mangel empfunden, sowohl in funktioneller als auch in kosmetischer Hinsicht. Deshalb lag es nahe, verlorengegangene natürliche Zähne durch künstliche zu ersetzen. Damit trat gleichzeitig das Problem ihrer Verankerung am Restgebiß auf.

1884 schreibt George Perine/New York (37): "Der Ersatz verlorener Zähne scheint von frühester Zeit an bei den Ägyptern und Hindus eingeführt gewesen zu sein... Die künstlichen Zähne waren wahrscheinlich mit Ligaturen (Fäden oder Gold- und Silberdrähte) befestigt, welche dieselben mit ihren natürlichen Nachbarn verbanden".

Der älteste etruskische Zahnersatzfund stammt aus dem 9. bis 8. Jahrhundert v. Chr. und ist im Museum von Corneto aufbewahrt. Er besteht aus zwei fünf Millimeter breiten Goldstreifen, die die vier unteren Schneidezähne und einen Eckzahn umfassen. Durch Einlöten eines Querstreifens in jeden Interdentalraum entstehen fünf Fächer zur Aufnahme der Zähne. Die ersetzten, aus Tierzähnen geschnitzten mittleren Incisivi sind durchbohrt und mittels Nietstift befestigt (LEDERER (33)), (Abb. 1).

Drei weitere Funde zeigen, daß die die Lücke begrenzenden Zähne mit Goldringen versehen wurden, die mit den Fassungen für die künstlichen Zähne zu einem geschlossenen Ringsystem verlötet waren (Abb. 2, 3, 4).

Auch die einfachere Befestigungsart mittels Drahtschlaufe war bekannt (RUBIN (41)).

Die phönizischen Zahnersatzarbeiten sind den etruskischen, obwohl letztere 4 - 500 Jahre älter sind, weit unterlegen. 1864 machte Gaillardot auf einer Expedition bei Sidon, dem heutigen Saida, den bisher ältesten Fund: Zwei aus Knochen geschnitzte Zähne sind mittels Bindewerk befestigt. Eine Halskette mit ägyptischen Götterfigürchen als Grabbeigabe läßt auf ägyptische Herkunft des Ersatzes schließen (Abb. 5). Diese Bindewerke aus Golddraht wurden auch zur Schienung gelockerter Zähne benützt.

Als Kuriosum möchte ich erwähnen, daß Ende des 19. Jahrhunderts zwei Bindewerke, die den phönizischen verblüffend ähnlich sind, von einem englischen Zahnarzt aus dem Munde zweier Hindus entfernt wurden. Es handelte sich dabei um Elfenbeinzähne, die mit Golddraht festgebunden waren (LEDERER (33)) (Abb. 6).

Auch in Griechenland war die Entwicklung zu dieser Zeit (300 - 400 v. Chr.) der etruskischen unterlegen.

Hippokrates, geboren auf Kos 460 v. Chr., "erklärt, wie künstliche Zähne durch Anwendung von Golddrähten zu befestigen sind". (PERINE (37)).

Abb. 7 zeigt ein Golddrahtbindewerk aus Attika.

Daß Zahnersatz im Altertum keine Seltenheit war, beweisen uns die Zwölftafelgesetze (450 v. Chr.), in denen Gold mit ins Grab zu nehmen verboten war, mit Ausnahme von Zahnersatz (LEDERER (33)).

Auch die römischen Satiriker Horaz (65 - 8 v. Chr.) und Martial (1. Jhdt. n. Chr.) erwähnen falsche Zähne aus Gold, Bein und indischem Elfenbein. Sie sind so befestigt, "daß sie bei Nacht beiseite gelegt oder bei schnellem Lauf verloren werden können".

Aus Gräberfunden in Griechenland, Palästina und im Römischen Reich geht hervor, daß ihre Zahnersatzarbeiten den phönizischen und etruskischen sehr ähneln.

Im Mittelalter war man in der Entwicklung der Klammer keinen Schritt weiter gekommen.

Guy de Chuliac (1388) in Frankreich, Niccolo Falucci (bis 1442) in Italien u. a. m. kannten nur die Ligatur im Sinne der Schienung und Zahnersatzstücke aus Bein oder Elfenbein, die mit Draht am Restgebiß befestigt waren (LEDERER (33)). Paré und Thurneysser (16. Jhdt.) befestigten den Zahnersatz mit gewachster Seide oder Hanf. Erst im 16. und 17. Jahrhundert stellten Peter Forest und Benjamin Martin endlich die Forderung auf, diese Apparate abzuschaffen, da Entzündungen stets und Geschwulstbildung häufig die Folgen dieses Ersatzes waren. Außerdem genügten die auf geschilderte Weise ersetzten Zähne höchstens, und das sicherlich auch mangelhaft, kosmetischen Anforderungen. Funktionstüchtigkeit war wohl kaum zu erwarten. Der Ersatz mußte beim Essen herausgenommen werden.

Der deutsche Wundarzt Johann Gottfried Purmann (1648 - 1711) versuchte das Einsinken des Ersatzes dadurch zu vermeiden, daß er die Pfeilerzähne durchbohrte und durch die entstandenen Löcher Draht führte. Die Nachteile, die sich aus dieser Maßnahme ergaben, schildert 1757 Bourdet: Er stellte fest, daß der Golddraht allmählich nachgab und Rillen in den Zähnen hinterließ, was durch Plattschlagen des Drahtes abgeschwächt, aber nicht verhindert werden konnte. Deshalb empfahl er die Verwendung von Seidenfäden, die bis zu einem Jahr hielten, und bei besonders empfindlichen Zähnen Hanf. Die Fäden sollten oberhalb des Zahnhalses anliegen, um Zahnfleischschwellungen und Zahnlockerung zu vermeiden.

Der Begriff "Klammer" wird erst um 1800 in die prothetische Zahnheilkunde aufgenommen.

1746 werden Klammern zum ersten Mal erwähnt von Mouton/Paris (HAENLE (23)). Als Erfinder der Klammer gelten La Forgue/Frankreich (1802) und James Gardette, die unabhängig voneinander als erste die Metallklammer zur Befestigung von Basisplatten aus Gold verwendeten. La Forgues Klammer bestand aus halbrundem Golddraht (LEDERER (33)), der den ersten die Lücke begrenzenden Zahn umfaßte. Er nannte seine Klammern "Crochettes". Gardette verwendete Goldblechstreifen, die den Zähnen angebogen wurden, also Bandklammern. Im allgemeinen wurden die Klammern "Compresseurs" genannt,

da sie den Haltezahn zusammenpressen sollten, um damit den Ersatz festzuhalten.

Seit dieser Zeit wurden Klammern zur Befestigung partieller Prothesen verwendet. Wohl erkannte man die Mängel dieser Befestigungsart, wie z. B. die Entstehung von Karies am Klammerzahn, die durch "Plombieren" behoben wurde, jedoch fielen ihre Vorteile schwerer ins Gewicht: Bei leichtester Lösbarkeit hielten die Klammern den Zahnersatz, wie auch die damals neu entwickelten Goldplatten, fest am Restgebiß.

In der Folgezeit wurde eine Vielzahl von Klammerformen entwickelt. Sie alle versuchten, den Forderungen, die nunmehr nach über 2000 Jahre währender Entwicklung an die Beschaffenheit der Halteelemente gerichtet wurden, gerecht zu werden:

1) Genügende Festigkeit,
2) Abnehmbarkeit,
3) weitgehende Schonung des Pfeilerzahnes,
4) Schonung des marginalen Parodontiums.

Linnaer (1848) teilt die Klammern ein in breite, schmale, große und kleine hinsichtlich der Form, in Befestigungs- und Führungsklammern hinsichtlich des Zweckes. Letztere sollen verwendet werden, wenn der Zahn schon gelockert ist (SCHUSTER (50)).

Linderer (1851) fordert in seinem Buch "Die Zahnheilkunde nach ihrem neuesten Standpunkt":

1) Klammern sollen so angebracht sein, daß sie das Gebiß unbeweglich und bloß durch Druck festhalten.

2) Die Prothese muß leicht eingesetzt und herausgenommen werden können.

3) Die Klammern sollen nicht sichtbar sein.

Als Klammerformen schlägt er vor: Einfache Klammern, die etwa 3/4 der buccalen Kronenfläche umfassen, und halbe Klammern, die die Buccal- bzw. Labialfläche der Krone erreichen und besonders für Frontzähne geeignet sein sollen. Die Bandklammer soll eine Stärke von 1/3 bis 1/2 mal der entsprechenden Goldplatte besitzen.

Die Drahtklammer hält Linderer für schädlich. Sie soll nur bei Frontzähnen oder bei kurzen konischen Kronen Verwendung finden. In allen anderen Fällen soll die Bandklammer angebracht werden, denn er habe beobachtet, daß durch Drahtklammern entstandene Schmelzdefekte unter Bandklammern ausheilten. Eine mechanische Schädigung durch die Bandklammer sei bei festem Sitz ausgeschlossen. Schiefstehende Zähne werden an untersichgehenden Stellen mit Füllungen zum "Ausgleich" der Inkongruenz versehen. Es läßt sich denken, daß dadurch Retentionen für Speisereste geschaffen wurden. Karies an den Klammerzähnen, chronische Zahnfleischentzündungen, Schädigung und Schwund des Alveolarknochens, Lockerung und schließlich Ausfall der betreffenden Zähne waren die Folgen. Um dieses zu vermeiden, schlug Linderer vor, die Klammer so breit wie möglich zu gestalten und sorgfältig an-

zubiegen. J. C. Austen verwendete gestanzte Klammern, von denen er sich versprach, daß sie besser dem Zahn anlagen. J. Crowell will dasselbe erreichen, indem er dünnen Platindraht um den größten Zahnumfang biegt und dann Gold aufschwemmt. Der Sitz dieser Klammern war gut, doch ihre Federkraft zu gering.

Bald wurden Stimmen laut, die sich gegen die Klammerbefestigung aussprachen. Suersen z. B. stellte vier Punkte auf, weshalb Klammern abzulehnen sind:

1) Lockerung der Stützzähne,

2) mechanische Schädigung,

3) chemische Schädigung,

4) Schädigung der unmittelbaren Umgebung des Stützzahnes (SCHUSTER (50)).

Mühlreiter erwiderte, daß die gutsitzende Klammer die Prothese lediglich festhalten sollte. Die Schädlichkeiten seien durch sorgfältiges Anfertigen und Ausarbeiten zu vermeiden. Seiner Ansicht nach könne die Klammerprothese von einer anderen Befestigungsart kaum übertroffen, nicht einmal erreicht werden.

Nachdem Mitte des 19. Jahrhunderts der Kautschuk in die zahnärztliche Prothetik als Basismaterial eingeführt worden war, lag es nahe, seine Verwendung auch als Klammermaterial zu erproben (JERUSCH (27)). Die Hoffnungen, die man an diesen Werkstoff knüpfte, nämlich Verhinderung der mechanischen Schädigung des Zahnschmelzes, ausgehend von der Tatsache, daß Kautschuk weicher ist als Metall, und die innigere Umfassung des Stützzahnes, haben sich jedoch nicht erfüllt. 1867 behauptete H. C. Weber (LEDERER (33)), daß Zähne unter Kautschukklammern weniger geschädigt würden als unter den besten breiten Goldklammern. Die schließlich doch nicht zu verleugnenden Schädigungen wurden damals damit erklärt, daß die innig ansitzende Kautschukklammer den Stoffwechsel des Zahnes verhindere und er aus Mangel an Licht und Luft erkranke.

Gerade die nächstliegende Erklärung, daß die Schäden an den Klammerzähnen durch die Retention von Speiseresten gefördert wurden, übersah man also.

Nach unseren heutigen Erkenntnissen sind die Nachteile der Kautschukklammer:

1) Schlechte Wärmeleitung, so daß durch gleichbleibende Temperatur das Bakterienwachstum ungehindert erfolgen kann.

2) Porosität, die die Retention von Speiseresten ermöglicht.

3) Eine glatte Politur der Innenseite ist nicht zu erreichen.

4) Mangelnde Elastizität des vulkanisierten Kautschuks.

5) Auch das kosmetische Ergebnis ist unbefriedigend wegen der plumpen Form der Klammer.

6) Bei gefälligerer Gestaltung leidet die Stabilität.

Die leichte Zerbrechlichkeit beseitigte man zum Teil durch eingelegten Draht. Grawinkel (nach HAENLE (23)) spricht von "kombinierter Klammer", die nur als "Führungsklammer" verwendet werden soll, d. h. sie soll die Platte nur fixieren ohne sie festzuklammern. Die Nachteile dieser mit Kautschuk umgebenen Drahtklammer sind dieselben wie bei der reinen Kautschukklammer, abgesehen von einer gewissen größeren Stabilität. Zudem schält sich zu 99 % der Draht aus dem Material.

A. Witzel empfahl als erster weichbleibenden Kautschuk als Klammermaterial, besonders für schiefstehende Zähne und solche mit stark kolbigen Kronen (WITZEL (60)).

H. Jerusch verwendete weichbleibenden Kautschuk, wenn die natürlichen Zähne einzeln stehen, lang sind und oben dicker als unten. Als Vorteile nennt er die einfache, billige und zeitsparende Herstellung (JERUSCH (27)).

Aber auch hier waren die Nachteile nicht zu übersehen. Bei längerem Tragen im Munde begann das Material zu quellen, wurde unansehnlich und wirkte als Schmutzfänger, so daß auch Witzel schließlich auf der Jahresversammlung Schleswig-Holsteinischer Zahnärzte in Lübeck zugab, "...daß eine Goldklammer noch immer ungefährlicher sei als eine Kautschukklammer". (Nach SCHUSTER (50)).

Auch Preiswerk, Detzner und andere sprachen sich gegen die Kautschukklammer aus. 1896 erklärte Jung sogar, daß das Anlegen einer solchen Klammer um einen Zahn ein grober Kunstfehler sei und ziemlich gleichbedeutend mit dem Aussprechen des Todesurteils über ihn.

Die Kautschukklammer wurde hauptsächlich bei älteren Leuten angewendet. Wegen ihrer schlecht wärmeleitenden Eigenschaft wurde sie hier der Goldklammer vorgezogen, um die meist freiliegenden Zahnhälse vor Temperatureinwirkungen zu schützen.

Bis um die Jahrhundertwende wurden die verschiedensten "besonderen" Klammern angeboten. Von diesen war nur die Stichklammer als kosmetisch gute Lösung vorübergehend verbreitet: Sie kommt als Draht- oder Blechspitze aus der Plattenbasis hervor und ragt von oral in den Interdentalraum hinein. Ihre Wirkung beruht auf reiner Klemmung, so daß man von "Stichklemmen" sprechen sollte. Ihre Anwendung beschränkt sich auf mäßig gedrängt stehende Zähne. Durch Separationswirkung dieser Klemmen geht ihre Funktion als Halteelement bald verloren. Eine Schädigung von Papille, Zahnhals, Parodontium und Schmelzrand ist oft nicht zu vermeiden.

1889 leitete der Amerikaner Bonwill "eine neue Ära der prothetischen Zahnheilkunde" ein, indem er neue Grundsätze für die Klammerkonstruktion festlegte (BONWILL (4)). Er fordert vornehmlich die Beachtung von 6 Punkten:

1) Als Material soll nur platinhaltiges Gold verwendet werden. Nach dem Anpassen der Klammer im Munde ist ein Futter aus mindestens 22 karätigem Gold einzulöten.

2) Die Dicke des Materials ist abhängig von Länge, Breite, Anzahl der Klammern und dem zum Einsetzen bzw. Herausnehmen nötigen Federweg.

3) Die Klammer soll nur an den zum festen Halt notwendigen Punkten dem Zahn anliegen. Bei engem Anliegen der Klammer auf ihrer ganzen Fläche entsteht ein kapillarähnlicher Zwischenraum, der Stagnation von mucösen Sekreten und Speiseresten bewirkt und keinen Raum für die Zirkulation des Speichels läßt.

4) Platte und Klammern müssen an der richtigen Stelle miteinander verlötet sein. Die Verbindung muß immer dort erfolgen, wo die geringste Federung zum Einsetzen nötig ist.

5) Zu einer vollkommenen Klammer gehört die okklusale Auflage, die das Auf- und Abbewegen und damit das Scheuern der Klammer am Zahn verhindert. Der Platz der Auflage soll bereits in der ersten Sitzung festgelegt werden. Da sie erheblichen Kräften ausgesetzt ist, befestigt man sie besser an der Platte selbst.

6) Schematische Arbeit ist unmöglich. Jeder Fall muß in seinen Eigentümlichkeiten genau studiert werden, da sonst Mißerfolge unausbleiblich sind.

In einem Vortrag vor der "Odontographic Society" gibt Bonwill 1894 die Ursachen an für Schädigungen durch Reibung oder Druck gesunder Zähne, die als Klammerträger dienen:

1) Mangelhaft hergestellte Ersatzstücke, vor allem unkorrekte Artikulation.

2) Die Klammern liegen entweder zu tief unter dem Zahnfleischrand oder sie sitzen zu fest oder zu lose.

3) Die Klammer bewegt sich ständig nach oben oder unten. Dadurch entsteht Abschürfung des Zahnes.

4) Die Klammer wurde an der Front- oder Distalfläche des Zahnes angebracht. Gerade hier ist die größte Federkraft erforderlich.

5) Die Klammer zieht die Platte vom Zahn weg, wodurch dieser erschüttert oder beschädigt wird. Dieses tritt dann ein, wenn die Klammer am Gipsmodell an die Platte angepaßt und ohne vorherige Anprobe im Munde sofort angelötet wurde.

6) Die relative Beziehung der Klammer zur Platte wurde nicht berücksichtigt. Dadurch wird der Wert der Klammer aufgehoben.

7) Die Artikulation muß korrekt sein, sonst ruht aller Druck auf den Klammerzähnen, während sich die Platte nur leicht an das Zahnfleisch anschließt.

8) Sitzt die Klammer zu fest der Zahnoberfläche an, so entsteht ein anhaltender Druck auf die feinen Kapillargefäße und dadurch Karies.

Abb. 8 gibt ein Beispiel für einen Zahnersatz nach Bonwill.
/6 soll ersetzt werden.
Fig. 2 zeigt die Umrisse der Platte ohne Krone. Der Fortsatz a ist an die Platte angelötet und liegt dem zweiten Molaren auf. An den an den zweiten Praemolaren angrenzenden Teil der Platte ist ein aufrecht stehendes Plättchen mit einem Fortsatz b, sowie einem schmalen dünnen

Vorsprung am unteren Teil, angebracht, die in die Vertiefung c (Fig. 1) eingesetzt werden. Hierdurch soll der vordere Teil der Platte in der richtigen Stellung gehalten und ein allzu starker Druck auf das Zahnfleisch vermieden werden. d (Fig. 2) stellt die Spange dar, welche die Platte und Klammer an der Lingualfläche verbindet. Die künstliche Krone wird mittels einem oder mehrerer Stifte mit Zement, Guttapercha oder Kautschuk auf der Platte befestigt (Fig. 3). Die Klammer darf die Zahnkrone nur an drei oder vier Stellen berühren.

Um die Jahrhundertwende begann Nesbett als erster kleine abnehmbare Brücken, ähnlich denen Bonwills, mit den Klammern zusammen zu gießen (LEDERER (33)). Diese Klammern, die auf der Innenseite wenig poliert waren, saßen den Zähnen fest an, weshalb Nesbett sie nur denjenigen Patienten einsetzte, von deren guter Mundpflege er überzeugt war. Nachdem Roach 1905 seine Mesio-Distal-Klammer entwickelt hatte, wurde die Gußklammer als Roachklammer in der zahnärztlichen Prothetik bekannt.

Zunächst jedoch wurde weiterhin an der "altbewährten" einfachen, gebogenen Bandklammer festgehalten. Man gab zwar zu, daß die im Gußverfahren hergestellte Klammer dem Zahn genauer anliegend gemacht werden konnte, aber man warf ihr plumpe Form und vor allem mangelnde Elastizität vor. So bemühte man sich, den Sitz der gebogenen Bandklammer besser zu gestalten. Zu diesem Zweck unterfütterte z. B. Kennedy die Klammer mit Feingold: Einem Zementmodell wurde Goldband angebogen und Goldfolie angedrückt. Darüber wurde die Klammer gesetzt. Nun wurde der obere und untere Rand der Folie vom Zahn abgebogen und mit der Klammer auf dem Modell mit 22 karätigem Gold verlötet. Den Zeitaufwand gibt Kennedy an mit ca. 1/4 des für eine Gußklammer benötigten. Bei gleicher Paßform erhielt er hiermit eine glatte, weiche Innenfläche und eine weitaus größere Elastizität der Klammer (LEDERER (33)).

Erst nach dem ersten Weltkrieg konnte die eigentliche Entwicklung moderner Klammerarten beginnen, nachdem neue geeignetere Metallegierungen geschaffen wurden. Die neuen Goldlegierungen waren meist Platinlegierungen. Der Platinzusatz erhöht die Federkraft, Festigkeit und den Schmelzpunkt eines Metalles.

Die Firma Degussa lieferte 18 karätige Goldlegierungen mit einem Platinzusatz von 5 - 10 %. Sie waren geeignet für gebogene und gegossene Klammern. Für stark beanspruchte Klammern war die Legierung "Orthalloy" (18 Karat, 8 % Platinzusatz) vorgesehen. Für weniger beanspruchte Klammern konnte "Platalloy" (18 Karat, 3 % Platinzusatz) Verwendung finden.

Allgemeiner Teil

Bei jeder Klammer unterscheiden wir "Körper" und "Schulter". Über letztere geht die Klammer in die "Arme" über. Der Klammerkörper ist entweder mit der Platte direkt verbunden oder mittels Verbindungsteil ("Klammer-Schwanz", "Appendix") im Prothesenmaterial verankert. Der Körper ist der dickste Teil der Klammer und wird nicht auf Elastizität beansprucht. Er soll stets oberhalb des dicksten Zahnumfanges (horizontaler Äquator) liegen. Die Klammerarme überschreiten mehr oder weniger weit, je nach Wölbung der Zahnkrone, den horizontalen Äquator. Sie allein werden auf Federung beansprucht, weshalb sich ihre Enden verjüngen sollen. Die Linie, nach der die Klammer angelegt wird, verläuft bis zu den Klammerschultern auf und im Bereich der Arme unter dem Äquator. Diesen zeichnet man heute mittels eines "Klammerzeichners" auf dem Zahn an. Bei der Besprechung abgestimmter Gußklammern und des Ney-Systems werde ich später ausführlich darauf eingehen.

Klammern sind Konstruktionen, die die Verbindung zwischen Prothese und Restgebiß herstellen (Verbindungselemente). Auf eine Prothese wirken Zugkräfte, Kaudruckkräfte und Horizontal- oder Schubkräfte ein. So kann man die Verbindungselemente in verschiedene Gruppen zusammenfassen und sie entsprechend ihrer Fähigkeit zur Aufnahme und Übertragung der genannten Kräfte benennen:

Vorrichtungen, die in der Lage sind, Zugkräfte aufzunehmen, werden als Halteelemente bezeichnet. Die Aufgabe der Halte- oder Zugklammern ist die Befestigung der Prothese am Restgebiß. Es läßt sich jedoch nicht vermeiden, besonders bei größerer Resilienz der Schleimhaut, daß die Halteelemente gleichzeitig den von der Platte ausgehenden Horizontalschub aufnehmen und ihn auf die Parodontien weiterleiten.

Beispiele für Zugklammern sind die einarmige Drahtklammer, die doppelarmige Drahtklammer, die Zahnfleischklammer. Druck- oder Stützelemente (z. B. Kauflächenauflagen) sollen den an der Prothese wirkenden Kaudruck auf die Parodontien übertragen, um die Schleimhaut zu entlasten. Kauflächenauflagen können zwar auch einzeln verwendet werden, sind aber meist mit Halteelementen kombiniert.

Der größte Teil der Klammern sind Kombinationen von Halte- und Stützelementen. Diese kombinierten Zug- und Druckklammern haben die Aufgabe, die auf die Prothese einwirkenden Schub-, Zug- und Kaudruckkräfte aufzunehmen und auf die Parodontien zu übertragen. Die häufigste Kombination dieser Art ist die Auflageklammer.

Um die richtige Lage einer Auflageklammer am Zahn zu verdeutlichen, vergleicht Elbrecht (17) die Zahnkrone mit einer Kugel, die in einer Fassung festgehalten werden soll. Um eine Kugel fassen zu können, müssen von einem auf ihr liegenden Punkt aus (Unterstützungspunkt) (Abb. 9, 1) mindestens drei Arme ausgehen, die über den größten Kugelumfang (horizontaler Äquator) hinausreichen. Sind diese Arme sehr

stark, so kann die Kugel nicht aus der Fassung herausgezogen werden. Sind die Arme jedoch elastisch genug, um bei einer bestimmten Kraftanwendung nachzugeben, so sind Fassung und Kugel leicht voneinander zu trennen oder wieder miteinander zu verbinden. Entsprechend der Kugelfassung ist die Lage der Klammer am Zahn: Der Unterstützungspunkt (Abb. 9a, 1) liegt auf der Kaufläche, und zwar an der Stelle der Kauflächenauflage. Drei weitere Punkte (Abb. 9a, 2, 3, 4) müssen unterhalb des horizontalen Äquators des Zahnes liegen. Der Punkt 4 liegt zusammen mit dem Unterstützungspunkt auf derselben Seite des vertikalen Äquators, Punkt 2 und 3 befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite. Die vier Punkte können beliebig miteinander verbunden werden.

Zu den indirekten Halteelementen zählt der Kippmeider. In Verbindung mit anderen Halteelementen verhindert er das Loslösen der Prothese bei Zugbeanspruchung.

Befinden sich Prothesenteile einseitig der Klammerlinie, so entsteht ein einarmiger Hebel. Jede hier angreifende Kraft übt ein Drehmoment auf die Klammerzähne aus. Daher muß bei der Auswahl der Ankerzähne darauf geachtet werden, daß beiderseits der Klammerlinie Prothesenteile liegen. Ist dieses wegen ungünstiger Lage der Lücke zum Restgebiß nicht möglich, so muß ein Kippmeider angebracht werden.

Beispiel:

Bei einer unteren Freiendprothese liegen die Zugklammern an den Praemolaren. Nach distal befindet sich der Prothesenkörper, nach mesial eine fortlaufende Klammer und der Bügel. Versuchen nun Zugkräfte das Ersatzstück von der Unterlage zu lösen, so stellt die Verbindungslinie der Klammern (Klammerlinie) die Rotationsachse dar. Die fortlaufende Klammer wirkt jetzt als Kippmeider oder indirektes Halteelement.

Kauflächenauflagen bei Klammern

Okklusale Abstützungen (Auflage-Klammern) hat als erster Bonwill 1889 angegeben (ELMBERG (18)). Sie sollen den Kaudruck parallel zur Längsachse des Zahnes richten, ein Absinken der Prothese verhindern und damit den Kontakt mit dem Antagonisten (Kaufunktion) erhalten und die Weichteile vor traumatischen Belastungen schützen. Durch Anwendung von Auflegern wird die Kaudruckbelastung nicht nur von der Mucosa, sondern auch teilweise vom Restgebiß getragen. Die Auflage hält die Klammer an ihrem Platz und vermindert so eine Scheuerwirkung am Zahnschmelz.

Kleine Modifikationen der Auflage gestatten u. U. eine Wiederherstellung mangelhafter Okklusion (gekippte oder gedrehte Zähne): Durch Verstärkung oder Verbreiterung der Auflage kann der Kontakt zu den Antagonisten des Klammerzahnes wieder hergestellt werden.

Auflagen können so geformt sein, daß sie

1) auch laterale Kaudruckkräfte auf den Zahn übertragen (Vertiefung des Auflagebettes),

2) einen starren Klammerarm ersetzen (Kästchenform),

3) eine schmale Lücke zwischen Zähnen schließen (Abb. 10),

4) einen Zahn wieder aufbauen (Onlay-Auflage) (Abb. 11).

Die Auflage kann in einer natürlichen Fissur des Zahnes liegen, wenn die Okklusion nicht gestört wird. Meist wird es notwendig sein, eine Ausschleifung (Bett) im gesunden Schmelz zu schaffen. Dann ist es möglich, der Auflage eine größere Stärke zu geben (Bruchgefahr) und Okklusionsstörungen und Speiseretentionen zu vermeiden. Der Boden des Bettes auf der Kaufläche soll senkrecht zur Längsachse des Zahnes gerichtet oder ein wenig nach zentral geneigt sein. Eine Neigung nach außen schafft eine unerwünschte schiefe Ebene.

Zur Verringerung der Kariesgefahr müssen die beschliffenen Stellen poliert und mit Silbernitrat (Argolaval) imprägniert werden. Um Speiseimpaktionen zu verhindern, sollen tiefe Fissuren durch Schleifen eingeebnet werden.

Liegt das Bett im Dentin, so empfiehlt sich die Herstellung eines Inlays, z. B. bei abradierten Zähnen.

Form und Lage des Bettes sind abhängig von der anatomischen Form der betreffenden Zähne (SEIDEN (51)):

1) Bei Frontzähnen muß das Auflagebett auf der Schneidekante präpariert werden. Eine Auflage auf der lingualen Schrägfläche ruft schädliche Kippmomente hervor (Abb. 12).

2) Bei Eckzähnen erhält man das Auflagebett, indem beide Ecken im Winkel von 20° zur Längsachse des Zahnes beschliffen werden. Die beiden Schliffacetten werden durch einen starren Klammerarm auf der oralen Seite miteinander verbunden (Abb. 13). Bei unteren Eckzähnen kann das Bett auf der Kaukante liegen. Die Stufe ist dann etwa 1 mm tief, 1 - 1,5 mm breit und leicht nach innen geneigt (Abb. 14).

3) Bei Molaren wird die horizontale Fläche löffelförmig gestaltet und liegt senkrecht zur Längsachse des Zahnes oder leicht nach innen geneigt. Der Randwulst wird abgetragen, damit der Übergang vom waagerechten zum senkrechten Teil dick und abgerundet wird. Die Approximalfläche wird so weit beschliffen, daß der senkrechte Auflageteil dem Zahn gut anliegt (Abb. 15).

Die Auflagen können auch in Metallfüllungen und Kronen gelegt werden.

Bei Inlays und Amalgamfüllungen soll das Bett flach, breit und abgerundet gestaltet sein, um den Zahn nicht zu stark horizontal zu belasten.

Metallkronen erhalten ein kästchenförmiges Bett.

Bevor ich nun zum Abschluß dieser allgemeinen Betrachtungen auf die Klammermaterialien eingehe, möchte ich noch kurz über Kaudruckbelastungen sprechen.

Der Kaudruck resultiert schematisch aus vertikal, sagittal und transversal (horizontal) angreifenden Kräften. Bei eugnathen Bißverhältnissen herrscht das sog. Artikulationsgleichgewicht, d. h. es erfolgt Abstützung nach allen Richtungen hin. Durch Zahnverlust treten Artikulationsstörungen auf.

Beispiel (nach TICHO (58)):

Auswirkungen des Kaudrucks bei einem einzelnen, nicht abgestützten Praemolaren, wie sie sich bei Belastung eines an diesem fest verankerten distalen Prothesenteil ergeben: S. Abb. 16.

A = vertikale Belastung des Prothesenarmes,
B = sagittale Belastung des Prothesenarmes,
C = transversale Belastung des Prothesenarmes.
Sie erfolgt senkrecht zur Bildebene.

1) Eine senkrechte Belastung der Prothese verursacht Distalkippung des Zahnes, die bei gleich großer Krafteinwirkung um so größer ist, je weiter vom Zahn entfernt die Kraft ansetzt.

2) Sagittale Belastung wirkt ebenfalls im Sinne einer Kippung um eine transversale Achse wie eine direkt am Zahn angreifende Kraft.

3) Transversale Belastung kann eine Kippung nach bukkal bzw. lingual (sagittale Achse) oder Drehung um eine vertikale, durch den Zahn selbst gelegte Achse hervorrufen.

Bei Frontzähnen sind die Rollen der transversalen und sagittalen Kaudruckkomponenten vertauscht. Hier kommt der sagittalen Komponente die schädigende Wirkung zu.

Nach Hiege (26) richtet sich die Bedeutung der schädigenden Kräfte besonders nach der Beschaffenheit der Alveolarfortsätze:

1) Konkave, abfallende Kämme ermöglichen ein Abrutschen der Prothese. Der Ankerzahn wird auf sagittalen Zug belastet, den er mit Kippung beantwortet.

2) Flache Kämme und kleine Tubera erlauben transversale Verschiebungen. Die Kippung des Ankerzahnes wird nur so weit erfolgen, wie es die horizontale Prothesenbewegung zuläßt.

3) Kleine spitze Kämme können für eine Kippung und Rotation um die sagittale Achse verantwortlich sein, was das Parodontium des Klammerzahnes sehr gefährdet.

Greift eine vertikale Kraft direkt an einem Zahn an, und zwar in Richtung seiner Längsachse, so wird sie von dem ganzen Wurzelumfang aufgenommen. Die elastischen Fasern im Periodontalraum treten bei dieser Belastungsrichtung voll in Tätigkeit, da sie zum größten Teil vertikal angelegt sind. Sie setzen den auftretenden Druck um in Zugbeanspruchung auf Wurzelzement und Alveolarwand. Der gleichzeitig auftretende hydraulische Druck wird gleichmäßig auf das knöcherne Gewebe verteilt. Einer an einem Zahn vertikal angreifenden Kraft wird also der größte Gewebswiderstand entgegengebracht.

Durch horizontale Belastung besteht im gingivalen Wurzeldrittel eine Beanspruchung auf Zug, auf der gegenüberliegenden Seite auf Druck. Im Bereich der Wurzelspitze ist es umgekehrt. So entstehen in der Alveole zwei Druckzonen und zwei Zugzonen (Abb. 17) (ELBRECHT (17)).

In den Druckzonen werden die Blutgefäße zeitweilig abgeschnürt, was den Beginn pathologischer Vorgänge bedeutet. In den Zugbezirken sorgen zunächst Osteoblasten für den Wiederaufbau des Knochens. Bei zu großer Belastung ist jedoch der reparatorische Umbau nicht mehr möglich, es tritt ein Abbauprozeß ein, der beim alternden Menschen in weit stärkerem Maße erfolgt als bei einem jüngeren (HIEGE (26)).

Die Klammerkräfte teilen sich dem etwa im letzten apikalen Drittel der Achse befindlichen Drehpunkt des Zahnes mit und werden von hier über die Wurzeloberfläche direkt auf das Parodontium weitergeleitet.

Die Klammerkräfte sind gemäß der Formel

Druck = Kraft pro Fläche ($P = K/F$ (kg/cm^2))

um so unwirksamer, je mehr Oberfläche vorhanden ist (HIEGE (26)). Eine dicke, lange Wurzel z. B. bietet einer Belastung größeren Widerstand als eine kurze, dünne.

So müssen wir also versuchen, die Pfeilerzähne nicht über das erträgliche Maß hinaus zu belasten, entweder durch Versteifung oder Entlastung des Pfeilers, durch Verlegung des Angriffspunktes oder der Angriffsrichtung der Kraft.

Was nun das Klammermaterial anbelangt, so knüpfen wir auch daran bestimmte Forderungen. Hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften ist Federung, Federkraft, Härte, Elastizität (Zähigkeit) und Festigkeit notwendig, hinsichtlich der chemischen verlangen wir Korrosionsbeständigkeit, dauerhafte Homogenität, Vergütbarkeit.

Die zur Klammerherstellung heute gebräuchlichen Materialien sind Chrom-Kobalt-Legierungen, Stahl- und Goldlegierungen.

Die älteste und bekannteste Chrom-Kobalt-Legierung ist das Vitallium:

Zusammensetzung:	28 % Chrom, 67 % Kobalt, 5 % Wolfram (eisenfrei!)
Spez. Gewicht:	8,4
Zugfestigkeit:	90 kg/mm^2
Brinellhärte:	260 kg/mm^2
Schmelzpunkt:	1400 - 1450° C.

Nach Halbach (24) wird heute an Stelle von Wolfram Molybdän verwendet.
Anwendungsgebiet: Klammern, Bügelstücke, Schienen.

Nach 1945, nach dem Verlust der deutschen Patente, ist das Vitallium auf dem deutschen Markt als Wirid in den Handel gekommen (SELBACH (52)).

Das Wisil ist ein von Krupp/Essen weiterentwickeltes Wirid.
Brinellhärte: 340 kg/mm^2
Schmelzpunkt: 1360 - 1400° C
Anwendungsgebiet: Besonders hoch beanspruchte Werkstücke, Modellguß, Klammern.

Eine ähnliche Legierung wie das Wisil mit gleichem Anwendungsgebiet ist das Remanit Gfh (Gußfederhart).

Wiptam (Krupp)-Draht ist eine Chrom-Kobalt-Legierung, die durch besondere Zusätze ziehbar gemacht wurde und die durch mechanische Bearbeitung, wie Prägen, Ziehen, Walzen eine weitgehende innere Verfestigung erfährt. Je kräftiger der Draht bearbeitet wird, desto härter wird er. Bei extrem scharfen Biegungen besteht Bruchgefahr.

Anwendungsgebiet: Klammern.

Chrom-Kobalt-Legierungen werden meist im Modellgußverfahren verarbeitet. Erforderlich sind besondere Einbettungsmassen, sowie entsprechende Doubliermassen.

Unter Stahl versteht man heute eine Legierung, die mindestens 50 % Eisen und etwas Kohlenstoff enthält (HALBACH (24)).

18/8 Chrom-Nickel-Stahl (V2A - Wipla, Resta etc.) wird als Blech, Band und Draht geliefert, kann nicht vergossen, sondern nur kalt verformt werden (gebogen, gehämmert, gezogen, geprägt).

Anlieferungszustand des Drahtes:
Eichner (15) gibt folgende "Faustregel" an:

1) Weicher V2A-Stahldraht ist nach dem letzten Tempern (= Wärmebehandlung zwischen den Walzvorgängen) einmal gezogen.

2) Harter V2A-Stahldraht ist zweimal gezogen,

3) federharter (fh) V2A-Stahldraht dreimal.

Edelstähle für prothetische Zwecke sind korrosionsfest. Sie enthalten ca. 75 % Eisen, 0,06 % Kohlenstoff, 20 % Chrom, 8 % Nickel, Wolfram u. dgl.

Als Stahl gelten auch Legierungen des Eisens mit anderen Metallen mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,6 (SELBACH (52)).

Für Modellgußprothesen und Gußklammern empfiehlt die Firma DEGUSSA/ Frankfurt a. M. ihre Legierungen Duallor G und Degulor M.

Duallor G (hart) ist eine 55 %ige Goldlegierung mit hohem Palladiumzusatz.
Schmelzintervall: 975 - 900° C
Brinellhärte: 130 kg/mm^2
Spez. Gewicht: 13,9.

Degulor M (hart) ist eine Platin-Goldlegierung (76,5 %).
Schmelzintervall: 970 - 900° C
Brinellhärte: 145 kg/mm²
Spez. Gewicht: 15,7.

Diese Legierungen erfordern nicht unbedingt Vergüten im Salzbad. Sie vergüten von selbst in ausreichendem Maße bei langsamem Erkalten nach dem Gießen in der Gußmuffel. (Nach Angaben der DEGUSSA).

Die Deguflex-Klammerdrähte sind ebenfalls Platin-Goldlegierungen (18 kt. Gold/5 % Platin).

Die Lieferformen der Drähte sind:

1) "rund"	Durchmesser: 0,7 - 2,0 mm
2) "dreiviertelrund"	Durchmesser: 1,2 - 1,8 mm
3) "halbrund"	Durchmesser: 1,2 - 1,8 mm
4) "halboval"	Durchmesser: 1,3 - 2,0 mm.

Deguflex-Draht wird weichgeglüht geliefert.

Durch Einführung der Halbfertigprodukte, wie sie die Klammerkreuze der Firmen Renfert, Wipla oder Degussa darstellen, haben sich viele neue Möglichkeiten zur vereinfachten Klammerherstellung ergeben. Sie sind besonders geeignet für alle T-Klammerformen, die früher umständlicher durch Biegen eines 0,8 mm starken Drahtes hergestellt wurden (Abb. 18). Klammerkreuze können auch miteinander verlötet werden, so daß man neue Formen erhält (THIELEMANN (57)). Bei Lötstellen ist jedoch darauf zu achten, daß sie sich dort befinden, wo keine elastische Beanspruchung vorliegt.
Material: Stahl oder Edelmetall (Deguflex).
Formen (Degussa): Form O, OK, N, NK, TK, U.

Zu den Klammerkreuzen zählt auch die seit Herbst 1954 von der Firma Wittmer & Scheu/Hagen i.W. hergestellte J- oder sogenannte Bonyhard-Klammer. Sie ist geeignet besonders zur Anwendung im Frontzahn- und Praemolarenbereich. Das vorgeprägte halbrunde Schildchen wird der buccalen Zahnfläche angelegt. Der runde Klammerstiel verläuft über der Schleimhaut im Bogen (ca. 90°) nach distal.

Die J-Klammern haben folgende Vorteile:
1) Zähne innerhalb der Zahnreihe können zur Retention herangezogen werden. Im Frontzahnbereich ist die J-Klammer oftmals das einzig mögliche Halteelement.

2) Der kosmetische Effekt ist günstig.

3) Hat sich infolge von Einlagerung der Prothese der Sitz der Klammer verändert, so kann sie leicht wieder in ihre ursprüngliche Lage gebogen werden.

Material: Stahl oder Edelmetall (Deguflex).
Formen: J-, JK-, JK- schräg (nach Dr. Ertelt)-Klammer. (Abb. 19).

Ertelt (21) empfiehlt die JK - schräg-Klammer in ihrem Kopfteil so zu beschleifen, daß 2/3 nach mesial und 1/3 nach distal an der Krone liegen (Abb. 20).

Spezieller Teil

Bei der Besprechung der verschiedenen Klammerkonstruktionen möchte ich mit den Bandklammern aus Blech beginnen.

In ihrer ältesten Form seit Beginn des 19. Jahrhunderts bedeckte die Bandklammer die ganze Kronenhöhe des Zahnes. Der Halt der Klammer am Zahn sollte durch Reibung bewirkt werden. Gelegentlich wurde die Bandklammer mit Guttapercha unterfüttert. Man nahm an, dadurch die Entstehung von Karies verhindern zu können. Heute wird die Bandklammer kaum mehr verwendet. 1925 war sie in der Modifikation als Ringklammer die gebräuchlichste Klammerart (HAENLE (23)). Sie wurde aus Gold- oder anderem Blech von 0,4 - 0,5 mm Stärke hergestellt. Haenle nennt als Vorteile, daß sie keine tiefen Erosionen oder Rillen wie die Drahtklammer hervorruft, sehr anpassungsfähig ist und besten Halt gewährt. 1930 schreibt Ziebe (61), daß man die Bandklammer entsprechend ihrer Form ohne Bedenken an überkronten Zähnen anwenden könne.

Sie wurde gebraucht als
1) einarmige Bandklammer mit einem buccalen Arm (einfachste Form),
2) zweiarmige Bandklammer mit einem buccalen und oralen Arm,
3) zweiarmige Bandklammer mit Auflage.

Die einfachste einarmige Bandklammer ist die halbe offene Klammer. Sie verläuft aus kosmetischen Gründen von distal nach buccomesial schmäler werdend. Ihr Anwendungsgebiet sind Praemolaren und besonders untere Eckzähne, da die Klammer hier weniger sichtbar ist.

Bei der Doppelklammer nach Müller werden zwei Bleche übereinandergelötet zwecks Erreichung einer größeren Härte der Klammer. Sie darf nicht zu breit sein, da sie sonst zu starr und zu wenig federnd ist. Bei stark gewölbter Zahnkrone und großer Klammerbreite soll sie in zwei Längsteile geschnitten werden, um die Elastizität zu erhöhen und einen innigeren Kontakt zwischen Zahn und Klammer zu erreichen (HAENLE (23)).

Die doppelte Klammer stellt eine Doppelbogenklammer dar. Sie kann nur bei genügend großem Zwischenraum zweier benachbarter Zähne angewendet werden. Vom Approximalraum ausgehend, wo die beiden Klammerbögen durch Zusammenlöten miteinander vereinigt sind, verläuft sie nach buccal (Abb. 21). Mit Hilfe des Doppelbogens versucht sie den Klammerdruck auf zwei Zähne zu verteilen. Sie soll bei Molaren verwendet werden.

Eine doppelarmige Bandklammer ist die Eckzahnklammer nach Kölliker. Sie liegt der Oralseite des Zahnes breit auf und greift schmäler werdend über den Interdentalraum nach labial, so daß von vorn der Eindruck zweier Goldfüllungen erweckt werden soll (Abb. 22). Die Klammer wird mit ihrem ganzen zervikalen Rand mit der Basisplatte

verbunden im Gegensatz zur Bandklammer nach Bonwill, bei der eine Verbindung mit der Basisplatte nur an einzelnen Stellen geschaffen ist. Sie wird ebenfalls für Frontzähne und für stark kolbig gestaltete, nach innen oder außen geneigte Zähne empfohlen.

Bei der Schwebeklammer nach Whitney wird aus der Breite der Bandklammer lingual ein bogenförmiges Stück herausgeschnitten. Der so entstehende Zwischenraum zwischen Zervikalrand und Platte soll guten Speicheldurchfluß gestatten und somit Selbstreinigung der Klammerzähne ermöglichen.

Die unterfütterte oder doublierte Bandklammer ist nach Schuster (50) die einzige auf nicht überkronten Zähnen gut sitzende Klammer von bester Elastizität und Festigkeit. Sie ist mit Feingold auf der Innenseite abgefüttert, mit einer "Matrize" versehen, wodurch der Schmelz geschont werden soll. Diese Matrize kann im ganzen Klammerverlauf vorhanden sein oder nur oral. Wichtig für die Elastizität ist, daß Matrize und Klammer mit 20 karätigem Gold vereinigt werden. Das Unterfütterungsmaterial ist 0,12 mm starkes Feingoldblech, das ca. 2 mm über das Zahnfleisch ragt und vor dem Verlöten aufgekrempelt wird. Statt des Bandes kann für den buccalen Arm halbrunder Draht verwendet werden.

Ebenfalls eine unterfütterte Bandklammer stellt die Osmond-Klammer dar: Auf einen Goldblechstreifen, der etwa doppelt so breit ist wie die Klammer werden soll, wird ein Stückchen Kartenpapier, wenig schmaler als die Klammerbreite, aufgelegt. Die Ränder des Goldstreifens werden darüber gebogen und mit einem Hammer angeschlagen. Nun wird die Klammer gebogen und dem Zahn angepaßt, derart, daß das Kartenpapier dem Schmelz zugewendet ist. Nach Ausbrennen des Papiers bleibt eine Rinne zurück, die nach dem Polieren der Klammer mit Guttapercha ausgefüllt wird. Diese soll über die Ränder aufquellen und so den Zahn vor Reibung schützen (DÜSBERG (14)). Man kann sich vorstellen, daß diese Konstruktion ausgesprochen unhygienisch ist, und daß der Karies Vorschub geleistet wird, abgesehen davon, daß die überquellende Guttapercha lästig werden dürfte.

Die zweiarmige Bandklammer wurde 1956 noch mehrfach verwendet im Molarengebiet, besonders bei einzeln stehenden Ankerzähnen. Im Frontzahngebiet wurde sie mitunter als Approximalklammer angewendet. Ihre Enden greifen dann auf die Labialfläche des Zahnes über, was eine ungünstige kosmetische Lösung darstellt.

Bei der zweiarmigen Bandklammer mit Auflage nach Wustrow greifen von approximal, oral und vestibulär zungenartige Aufleger auf die Kaufläche und bieten verstärkten Schutz gegen das Absinken der Prothese. Eine Auflageklammer ist auch die zweiarmige Bandklammer nach Schröder: Die beiden Klammerarme schnappen um einen überkronten Zahn in eigens dafür ausgesparte Rinnen ein. So entsteht eine zirkulär um den Zahn verlaufende Auflage, die einen besonders guten Halt bietet und das Parodontium parallel zur Längsachse, also günstig belastet (Abb. 23).

Eine ähnlich wirkende Klammer beschreibt Wustrow: Eine Doppelklammer umfaßt einen überkronten Zahn, der oberhalb des Zervikalrandes eine Auflagestufe trägt, auf der die Klammer ruht. Zusätzlich können an den Klammerenden Zapfen angelötet werden, die in dafür ausgesparte Vertiefungen in der Krone einrasten. Nach Wustrow ist diese Klammer besonders für Klammerbrücken geeignet. Auch die Raste mit Sporn ist eine zweiarmige Auflageklammer. In die Kaufläche des Zahnes oder in die bei Molaren anzubringende Krone wird eine Vertiefung eingearbeitet, in die ein hakenförmiger Ansatz der die Krone umgreifenden Klammer hineinpaßt. Die Vertiefung stellt die Raste, der hakenförmige Ansatz den Sporn dar. Mit dieser Konstruktion soll ein Absinken der Prothese verhindert werden, gleichzeitig soll die Wirkung der Klammer durch Fixieren ihrer Lage am Zahn erhöht werden.

Das soll bei überkronten Zähnen noch besser zu erreichen sein durch eine Aufhängevorrichtung (HAENLE (23)). Sie ist eine Ausbuchtung der buccalen Seite der Krone, in die die Klammerenden eingreifen. Der am Zahnfleischrand liegende untere Haltewulst verhindert ein Tieferrutschen der Klammer. Klammerhöhe und Aufhängerhöhe müssen gleich sein. Die Klammer braucht die Krone nur leicht federnd zu umfassen. Ein Lockerwerden des Klammerzahnes sei nicht möglich.

Beziehung zur Bandklammer hat die Rumpelsche Deckelklammer. Sie ist ein Mittelding zwischen Teleskopkrone und Auflageklammer (RUBIN (41)). Sie kann nur bei devitalen Zähnen verwendet werden, da die Zahnkrone stark abgetragen werden muß. Die Wurzel wird mit einer Stiftkappe versehen, ähnlich einer Kappe zur Anfertigung einer Ring-Deckel-Krone. Der Deckel der Stiftkappe liegt etwa 4 mm vom Zahnfleischsaum entfernt. Die Deckelklammer selbst besteht aus einem Stückchen Blech, das die ganze Wurzeloberfläche bedeckt (Deckel), und aus den Klammerarmen, die ebenfalls aus Blech gefertigt sind. Diese sind vestibulär offen und dadurch federnd. Der Klammerkörper liegt oral und wird mit dem Deckel verlötet (Abb. 24). Die Deckelklammer wird über die Stiftkappe geschoben. Diese wurde zuvor einzementiert. Der Vorteil der Deckelklammer liegt in dem niedrigen Angriffspunkt aller Kräfte.

In der modernen Prothetik wird die Bandklammer wohl kaum noch verwendet.

Es ist ziemlich unmöglich, eine Blechklammer der Zahnoberfläche genau anzupassen und die untersichgehenden Zahnpartien zur Retention auszunützen. Gingivalwärts steht die Klammer dann zumeist vom Zahn ab, so daß sich Speisereste festsetzen können. Die älteren Formen, die fast die ganze Kronenhöhe bedeckten, bewirken Atrophie des Knochens, Schwund des Interdentalseptums, Verbreiterung des Periosts und Auflockerung der Spongiosa, wie röntgenologische Untersuchungen von Vogt (Dissertation/Würzburg, nach DÜSBERG (14)) ergaben. Bei Bandklammern ohne Auflage sind durch Absinken der Prothese Entzündungen von Papille und Gingiva unvermeidlich.

Da die Bandklammer flächenhaft dem Zahn aufliegt, überträgt sie außer Zug- und Schubkräften auch Kippmomente, was ein Loshebeln des Zahnes

zur Folge haben kann. Zur Verwendung der Bandklammer müßte der Pfeilerzahn stets mit einer zylindrischen Krone versehen werden (RUBIN (41)).

Weitaus mehr Variationsmöglichkeiten für Klammerkonstruktionen bietet der Draht als Ausgangsmaterial.

Die einfachste Drahtklammer-Form wurde von Jung (nach DÜSBERG (14)) angegeben: Der buccale Klammerarm aus rundem Draht soll dem Zahnhals anliegen.

Die einarmige Drahtklammer oder Einbogenklammer, wie sie heute in der sog. Sozialpraxis noch vielfach verwendet wird, hat ihre Schädlichkeit hinreichend unter Beweis gestellt. Sie verläuft aus der Plattenbasis kommend approximal oberhalb des Äquators, wird dort abgewinkelt und gingivalwärts dem Zahnhals angelegt. Das Ende wird wieder ein wenig nach oben gebogen (Abb. 25).

Beim Absinken der Prothese führt diese Klammer zu Verletzung und Entzündung des Zahnfleischsaumes, sie ruft Reibschäden am Zahnschmelz hervor und übt einen beträchtlichen horizontalen Druck auf den Ankerzahn aus, der zu Lockerung und langsamer Extraktion führt.

Besonders Eichner (15), Lympius (35), Weiss (59) und Hiege (26) haben in letzter Zeit die Wirkung der Einbogenklammer untersucht. Sie alle kamen zu dem einstimmigen Ergebnis, daß diese Konstruktion abzulehnen ist. Sie greift den Zahn sofort nach ihrem Austritt aus dem Plattenmaterial direkt an. An dieser Stelle besitzt sie überhaupt keine Federung. Fehr stellte folgende Nachteile dieser Klammern fest: (Nach WEISS (59)).

" 1) Ihre Nachgiebigkeit ist zu gering, so daß bei der Bewegung der Prothese die Klammerzähne mit jeder Prothesenbewegung zu stark belastet werden.

2) Wegen ihrer geringen Nachgiebigkeit können die Klammern nur wenig über den sog. "Äquator" des Zahnes hinübergeführt werden, d. h., sie umfassen die Zahnkrone etwa in der Mitte, wodurch die Krafteinwirkung an einem langen Hebel, also ungünstig für den Zahn stattfindet.

3) Es sind starke Biegungen des Klammerdrahtes notwendig, wenn er von approximal nach buccal verläuft. Durch diese Verformung des gezogenen Drahtes leidet er im Gefüge und neigt zum Brechen.

4) Der erste künstliche Zahn kann nicht eng an den Klammerzahn angelegt werden, weil der Klammerdraht an dieser Stelle stört.

5) Falls approximal von der Prothese etwas fortgenommen werden muß, so kann dies nicht geschehen, weil hier der Klammerdraht liegt, der unter keinen Umständen geschwächt werden darf."

Die Kugelklammer nach Henrichsen weicht von der oben beschriebenen insofern ab, als das Ende des runden Drahtes kugelig gefeilt ist. Die Kugel soll dem Zahn oberhalb der Papille anliegen.

Eine einarmige Drahtklammer ist auch die Schleifenklammer. Sie umfaßt den Zahn haarnadelförmig.

Während sie Haenle (23) wegen der Doppelreibung ablehnt, lobt Schuster (50) ihre hohe Elastizität und Widerstandskraft. Die Schleife dürfte eine gute Retentionsstelle für Speisereste bilden.

Die Zweibogenklammer wurde als eine besonders günstige Verbesserung der einfachen einarmigen Klammer angesehen. Sie wurde etwa 1938 erstmalig von einem schweizer Laboratorium hergestellt (BURKHARDT (6)). Der erste Bogen umfaßt den ersten künstlichen Zahn, der zweite den letzten natürlichen. Es muß darauf geachtet werden, daß der erste Bogen freigefräst ist, d. h. nicht fest im Prothesenmaterial ruht, um die notwendige Federung zu erhalten (Abb. 26).

Bei der Dreibogenklammer wird ein zweiter natürlicher Zahn mit einem weiteren Bogen erfaßt (Abb. 27). Sie wird angewendet, wenn die Ankerzähne paradental geschädigt sind, so daß sie besonders geschont werden müssen. Durch die Dreibogenklammer wird der Federdruck auf zwei Zähne verteilt.

Messungen (EICHNER (15)) haben ergeben, daß die übertragene Kraft durch Verlängerung des Klammerarmes von einem auf zwei und drei Bögen im Verhältnis von 1 : 1/7 : 1/22 abnimmt. Dieses Resultat kommt dem errechneten sehr nahe, welches ein Verhältnis von 1 : 1/8 : 1/27 ergab.

D. h. ein 1 mm starker, runder Stahldraht in hartem Anlieferungszustand überträgt

1) bei nur einem Bogen 1,75 kg auf den Zahn, wenn die Prothese um 1 mm horizontal verschoben wird.

2) Bei der Zweibogenklammer überträgt er 250 g,

3) bei der Dreibogenklammer nur noch 80 g.

Zur Herstellung dieser Klammern werden im allgemeinen Stahldrähte verwendet. Bei Edelmetalldrähten können bei materialgerechter Verarbeitung (Vergüten) die Klammerkräfte sogar noch etwa auf die Hälfte verringert werden. Der Nachteil dieser Klammerarten liegt darin, daß weder die so notwendige Abstützung noch Absteifung vorhanden sind. Durch die fehlende Absteifung ist es der Prothese möglich, unter Einwirkung der Muskulatur beim Kauen oder Sprechen, schädliche Transversalbewegungen auszuüben. Beim Einlagern des Ersatzes in die Mucosa infolge der nicht vorhandenen okklusalen Auflage sind Zahnfleischverletzungen möglich. Gleichzeitig geht der Halt der Prothese weitgehend verloren, da durch die entstandene Lageveränderung des Klammerarmes dieser in ein Gebiet von geringerem Zahnumfang gelangt und somit dem Pfeiler nicht mehr anliegt.

1946 wurde von Lengler (34) die L-Klammer beschrieben, die bei geschlossener Zahnreihe bei Frontzahnersatz anzuwenden ist, wenn wegen Platzmangels keine übliche Verankerungsart möglich ist. Die L-Klammer liegt als Ein- oder Zweibogenklammer auf der Oralseite der Zahnreihe, wo sie nicht sichtbar ist, und findet unterhalb der Wöl-

bungen der Molaren oder Praemolaren Halt. Zur Ermöglichung der Federwirkung muß zwischen Klammer und Prothese ein ca. 3 mm breiter Spalt geschaffen werden. Nach Ansicht Lenglers ist ein Abdrängen der Zähne nach buccal, besonders bei Anwendung des Doppelbogens, nicht zu befürchten (Abb. 28). Als Material schlägt er runden, federharten Wipladraht vor von 0,8 - 1,0 mm Stärke.

Als einarmige Klammer, allerdings mit verlängertem Klammerarm, ist auch die fortlaufende Klammer zu betrachten. Sie besteht aus mehreren, aneinandergereihten Klammerbögen, die meist oral, mitunter auch vestibulär, dem Zahnbogen anliegen. Bereits 1851 wurde eine solche Klammer von Linderer erwähnt. Nach Elbrecht (17) und Rubin (41) soll eine fortlaufende Klammer erstmalig von Beach im Jahre 1924 verwendet worden sein.

Aus rundem Draht werden halbmondförmige Teile den Zähnen angepaßt und miteinander verlötet. Die Klammer wird hauptsächlich im Frontzahnbereich verwendet bei Ersatz der Seitenzähne, kombiniert mit einem Unterzungenbügel und anderen Klammern, zur Abstützung gegen Kippmomente und gleichzeitig zur Schienung gelockerter Zähne. Heute wird die fortlaufende Klammer im Gußverfahren hergestellt.

1953 wird von Burkhardt (6/7) die Federwinkelklammer oder Doppelbogen-Winkelklammer beschrieben. Sie will im Prinzip dasselbe erreichen wie die Doppelbogenklammer, nämlich eine geringere Kraftübertragung auf die Klammerzähne. Die Spitzwinkelform der Klammer wird von der Firma W. C. Heräus G.m.b.H./Hanau hergestellt. Neben den einarmigen Formen (Abb. 29) sind auch doppelarmige (Abb. 30) erhältlich. Der Winkel-Klammerarm wird dem Zahnkörper angelegt. Die Winkelspitze ergibt die Schulter. Sie liegt in Höhe des Kontaktpunktes zwischen dem restierenden und anschließenden ersetzten Zahn. Zur besseren Anlage soll sie ein wenig nach labial geneigt werden (vgl. Abb. 32). Von der Schulter aus zieht ein Arm nach buccal um den Ankerzahn, während der Appendix um den ersten künstlichen Zahn als zweiter Bogen geführt wird (Abb. 31). Zwischen erstem und zweiten Ersatzzahn wird das Klammerende abgebogen und im Prothesenmaterial verankert. Burkhardt schreibt, eine solche Klammer sei sehr elastisch und ermögliche ein zartes Ein- und Ausgliedern des Ersatzes. Er vergleicht sie in ihrer Wirkung mit einem Resilienzgeschiebe.

Die Klammer kann auch als einfache Winkelklammer gebogen werden. Ihre Anlage am Zahn ist dieselbe, jedoch wird der Appendix nicht als zweiter Bogen um den Ersatzzahn geführt, sondern wird approximal im Prothesenmaterial verankert. So entspricht die Klammer der Einbogenklammer mit all ihren Nachteilen (Abb. 32).

Eine ähnliche Konstruktion, nur weitaus besser, ist die Federhakenklammer oder auch Hakenfeder. Allerdings kann sie nur angewendet werden, wenn zwei benachbarte Zähne mit miteinander verlöteten Kronen versehen sind, da sonst Separationsgefahr besteht. Die Hakenfeder wird besonders empfohlen zur Verankerung von Freiendprothesen. Wie der Name sagt, besteht sie aus einem Haken (statischer Teil) und einer Feder (dynamischer Teil). Die Klammer kommt in der

Mitte des ersten künstlichen Zahnes aus der Plattenbasis, umläuft diesen und den angrenzenden Pfeilerzahn bogenförmig und zieht zu den okklusalen Berührungspunkten der überkronten Zähne, über die nun der Haken greift (Abb. 33). Die Hakenfederklammer ist ein statisch-dynamisch wirkendes Befestigungselement, d. h. sie hält die Prothese an ihrem Platz und überträgt einen Teil des auf den Sattel einwirkenden Kaudrucks auf das Restgebiß. Die Klammer kann buccal oder oral liegen. Bei oraler Klammerlage ist die ästhetische Wirkung besser, besonders wenn sie aus dem gleichen Material wie die Krone hergestellt ist. Jedoch dürfte sie hier unter Umständen von der Zunge als störend empfunden werden.

Wird V2A-Stahldraht verwendet, so soll er einen Durchmesser von 1,35 mm haben, "rund", "hart" sein. Hier sei auf die Arbeit von Lympius (35) verwiesen, der Messungen über die Krafteinwirkung dieser Klammern auf die von ihnen belasteten Zähne angestellt hat. Er stellte fest, daß die Hakenfederklammer vertikale Kräfte von ca. 1,6 kg auf das Restgebiß überträgt.

Die Balkwill-Klammer ist eine einarmige Klammer, die bei geschlossener Zahnreihe anzuwenden ist. Auch bei ihr ist es zur Vermeidung der Separationsgefahr nötig, die Zähne mit miteinander verlöteten Kronen zu versehen oder zumindest Aufleger anzubringen. Die Klammer wurde 1874 (RUBIN (41)) von Balkwill in Plymouth angegeben und dürfte ein Vorläufer der Jacksonklammer sein. Die Balkwill-Klammer greift approximal über die Okklusionsfläche und liegt buccal mit einem Arm dem Zahn unterhalb des Äquators auf. Als typische Übergreifklammer vermeidet sie das Absinken der Prothese und liegt so ohne scheuernde Bewegung dem Zahn an und teilt dem Ankerzahn auch vertikale Druckkräfte mit.

Ebenfalls bei geschlossener Zahnreihe anzuwenden ist die Bonwill-Klammer , die die auftretenden Kräfte auf zwei Zähne zu verteilen sucht. Sie verläuft über einen Interdentalraum (Separationswirkung!), teilt sich in der buccalen Nische in zwei Arme, die auf den Vestibulärflächen zweier Zähne entlanglaufen (Abb. 34). Bei der sog. Bonwill-Klammer weicht die Art der Auflage von der sonst seit Bonwill üblichen ab, da sie eine über dem Approximalraum ein Stück in die Fissur eingelassene Zunge darstellt. Die Klammer kann neben dem buccalen auch palatinale Arme (linguale) haben, wobei ein Arm nocht fortlaufend sein kann. Eine ähnliche Form hat die Robinsche Halteklammer, bei der jedoch zwei halbrunde oder ovale Drähte über den Berührungspunkt zweier benachbarter Zähne buccalwärts angebogen werden.

Die halbe Jackson-Klammer nach Kennedy soll für Eckzähne Verwendung finden. Sie verläuft von der Rückenplatte aus über einen Kontaktpunkt und endigt in einer kleinen Schlaufe oder Kugel auf der labialen Zahnfläche. Diese offene Klammer ergibt sich auch bei einem eventuellen Bruch der ganzen Jacksonklammer, bei deren Reparatur man die Bruchenden nicht miteinander verlötet, sondern mit einer Schlaufe oder Kugel endigen läßt. Eine gekürzte halbe Jacksonklammer stellt die Embrasure-Klammer nach Kennedy dar. Sie ist eine Interdentalraum-Klammer nur aus einem Stück Draht bestehend. Dieser führt von oral kommend über den Kontaktpunkt in die buccale Nische

und legt sich dort rückläufig dem Zahn an. Kennedy hält sie für besonders geeignet zur Anlage zwischen Eckzahn und erstem Praemolaren, da sie hier unauffällig ist (Abb. 35).

Eine um 1930 beliebte Befestigungsmethode war Wustrows Armverankerung, die kosmetisch ähnlich günstig ist wie die Stichklammer. Der Arm besteht aus 0,6 mm starkem, hartfedernden, nichtrostenden Stahlgolddraht, der mittels mehrerer Windungen in der Prothesenbasis verankert wird. Aus der Platte kommend verläuft er approximal entlang der untersichgehenden Stelle des Zahnes. Dieser weicht er beim Einsetzen der Prothese aus, um in der Ruhelage in situ wieder an seinen Platz zurückzukehren. Zwischen künstlichem und Ankerzahn ist ein guter Kontakt erforderlich, um Retention von Speiseresten und damit Kariesentstehung zu vermeiden. Der Ersatz wird jedoch nicht in jeder Richtung gegen Bewegungen gesichert. Der Wustrowsche Arm verhindert lediglich, daß der Zahnersatz in okklusaler Richtung aus seiner Lage kommt (Abb. 36).

Die Bonyhard- oder J-Klammer, wie sie heute vielfach genannt wird, kommt mit einem Federarm aus der Platte hervor und liegt mit einer kleinen Pelotte dem Zahnhals auf. Der Federarm verläuft in weitem Bogen frei und ermöglicht besonders elastische Retention und somit größtmögliche Schonung des Ankerzahnes. Der Indikationsbereich für diese Klammer ist besonders das Frontzahngebiet, wo die Pelotte bei günstiger Lachlinie entweder kaum sichtbar wird oder den Eindruck einer Füllung erweckt. Weiter oben habe ich bereits darauf hingewiesen, daß diese Klammer heute als Halbfertigfabrikat in mehreren Ausführungen im Handel ist. Kraft (30) beschreibt 1955 eine Bonyhardklammer unter dem Namen Schildklammer, die bei überkronten Zähnen mit künstlich geschaffenen Retentionsstellen zur Aufnahme des Schildes zur Anwendung kommen soll. Er empfiehlt sie zur Befestigung von Freiendprothesen, wenn Eckzähne oder Praemolaren die Ankerzähne darstellen. Die Retention kann die Form einer kleinen Rast haben (Abb. 37) oder eines "Lotbettes", das sind zwei übereinanderliegende Rasten (Abb. 38). Auch hier wird das Halbfertigfabrikat "J-K" verwendet oder das Schildchen wird in Wachs auf der Zahnoberfläche modelliert, aus Edelmetall gegossen, mit dem Federstiel verlötet und vergütet.

Ähnlich der Bonyhardklammer ist die gestielte Hufeisenklammer von Budlong, die dieser 1928 für schiefstehende Zähne angegeben hat. Aus Platin-Gold-Klammerdraht wird eine Art Hufeisen gebogen, dessen Mittelteil parallel zum Zahnfleischsaum läuft. Die freien Enden umfassen den Ankerzahn mesial und distal krallenförmig. Das Hufeisen wird mit einem langen Stiel versehen, der am Prothesenrand endet (Abb. 39). Eine eventuelle Auflage wird durch einen weiteren Stiel mit der Klammer verbunden. Die Klammer kann oral oder buccal liegen.

Eine "nicht sichtbare Klammer an oberen Frontzähnen" schlägt 1959 Erdmann (19) vor. Er erklärt sie an einem Fall von partiellem Oberkieferersatz mit folgendem Zahnbestand: 87654 1/1 8. Gegen horizontale Verschiebungen stabilisiert er mittels Doppelklammer mit

Auflage auf $\underline{76}$/ und doppelarmiger Auflageklammer auf /$\underline{8}$. Der Prothesensattel umfaßt den zahnlosen Kieferkamm so weit wie möglich. Durch die vorgeschlagene neue Klammerform will Erdmann die Prothese gegen vertikale Belastung (Herabfallen) sichern. Zu diesem Zweck wird /$\underline{1}$ distal mit einem Inlay versehen, das palatinal schwalbenschwanzförmig verankert ist. Die distale Inlayfläche besitzt eine "Nase", das ist ein kleiner abgerundeter Vorsprung, der einem an der Platte befestigten, federnden Arm aus Klammerdraht Retention bietet (Abb. 40). Der angrenzende Ersatzzahn, der von labial gesehen die Klammer verdeckt, wird aus Kunststoff gewählt. Er wird palatinal ein wenig ausgeschliffen, um Bewegungsfreiheit für den Klammerzahn zu erreichen.

Bei den älteren Formen der zweiarmigen Drahtklammer war die Lage der Arme mit Vorliebe nahe am Zahnfleischsaum, was bei Einlagerung der Prothese Schädigungen hervorrief.

Die heute verwendeten Formen haben meist folgenden Verlauf: Klammerschulter und Oberarm liegen auf dem Äquator, die Unterarme greifen in die untersichgehenden Felder. Die Klammer kann ziemlich genau dem Zahn angepaßt werden und bietet dem Ersatz recht guten Halt. Beide Klammerarme müssen dem Zahn passiv anliegen.

Bei gekippt oder gedreht stehenden Zähnen können abgewinkelte Formen Anwendung finden (Abb. 41).

Die Doppelklammer oder fortlaufende Klammer umgreift nicht nur einen, sondern zwei Zähne von buccal und oral. Die verlängerten Klammerarme bewirken erhöhte Federung.

Die meisten zweiarmigen Klammern sind mit einer Auflage versehen. Sie soll ein Absinken von Prothese und Klammer vermeiden und den Kaudruck zum Teil auf das Restgebiß übertragen.

Die Gillet-Klammer ist nach Lederer (33) die best durchdachte doppelarmige Drahtklammer mit Auflage. Sie verläuft unterhalb des größten Zahnumfanges unmittelbar über dem Zahnfleischsaum, was unseren heutigen Anschauungen widerspricht. Die Klammer erstreckt sich dann bis zu den Interdentalnischen.

Das eigentliche Indikationsgebiet sind unilaterale, abnehmnare Brükken. Die Auflage, die in einem Inlay liegt, wird mit dem Brückenkörper in einem Stück gegossen. Die einzeln gebogenen Arme werden daran gelötet und anschließend vergütet. Die Arme können auch direkt an die Basis gelötet und gegenüber der Auflage um den Zahn geführt werden oder auch in einer Rinne über die Auflage selbst laufen. Sie können einfach, rückläufig oder schlaufenförmig sein. Bei den Gillet-Klammern sind der Improvisation keine Grenzen gesetzt. Die Arme laufen jedoch stets entlang dem Zahnfleischsaum und enden in den interdentalen Nischen (Abb. 42). Kennedy glaubt, daß Gilletklammern mit ihren Modifikationen in 70 - 80 % aller Fälle von partiellem Ersatz angewendet werden können (nach ERMER (20)).

Für sehr lange oder weit aus der Alveole herausstehende Zähne kann die Schlaufenklammer oder doppelte Drahtklammer nach Kennedy (28) verwendet werden. Sie besteht aus einer Auflage und zwei doppelten Armen, die oberhalb und unterhalb des Äquators den Pfeilerzahn umfassen. Als Material wird 0,8 mm starker Platin-Golddraht verwendet. Nach dem Biegen der Auflage wird der Draht buccal und lingual um den Zahn herum- und in sich wieder zurückgeführt. Das Drahtende wird zum Klammerschwanz gebogen. Dieser und der Aufleger können durch Aufschwemmen von Lot oder durch Anlöten eines 1,5 mm dicken Drahtes verstärkt werden. Die Klammer kann auch aus einem Stück gebogen werden aus fabrikmäßig vorgeformten Draht (Abb. 43).

Befestigungselemente, die heute aus Klammerkreuzen gebogen werden können, sind die E-, T-, S-, G- und 3-Klammer.

Die E-Klammer ist wohl die meist verwendete Form. Sie wird im allgemeinen so angelegt, daß der Klammerkörper dem Prothesensattel zugewendet ist. Mit dem starren und halbstarren Drittel verläuft sie oberhalb des Äquators, mit dem federnden unterhalb. Die Auflage soll in einer Ausschleifung ruhen, um Okklusionsstörungen zu umgehen.

Die T-Klammer nach Elbrecht (RUBIN (41)) ist eine satteloffene Klammer, die im Unterkiefer bei Verankerung im Gebiet der letzten Molaren verwendet wird. Die Auflage geht vom Klammerstiel direkt aus, zieht über die gesamte Längsfissur des Zahnes und teilt sich distal in zwei Klammerarme, die dann nach mesial greifen (Abb. 44).

Auch bei der S-Klammer von Thielemann geht die Auflage vom Klammerkörper aus. Sie liegt über der Längsfissur des Zahnes. Von beiden Enden zieht ein Arm nach vestibulär und oral, so daß die Klammer in der Aufsicht ein S bildet (Abb. 45).

Bei der G-Klammer befindet sich die Auflage am federnden Ende eines Klammerarmes, wodurch die Druckkräfte nicht starr, sondern federnd übertragen werden (Abb. 46). Eine Weiterentwicklung der G-Klammer mit erhöhter Federwirkung ist die 3-Klammer. Sie umfaßt von zwei nebeneinanderstehenden Ankerzähnen den ersten ganz, den zweiten nur oral. Am Ende dieses oralen Armes befindet sich der Aufleger. Die 3-Klammer kann angewendet werden bei uni- oder bilateralen Freiendsätteln (Abb. 47).

Eine weitere T-Form, die jedoch weit komplizierter zu biegen ist, stellt die T-Klammer nach Köhler dar (Abb. 48). Bei ihr ist der T-Stiel doppelt genommen, die Klammerenden werden in der Plattenbasis verankert.

Zur Verankerung an Zähnen in der geschlossenen Zahnreihe ist die Reiterklammer oder Quersattelklammer nach Riechelmann gedacht. Zwei Arme, buccal und oral, werden durch einen 1,2 mm starken Steg miteinander verbunden, der über die Kaufläche, am besten in einer Rinne, geführt wird (Abb. 49).

Elbrecht hat diese Klammer modifiziert für den Fall, daß beiderseits nur noch ein endständiger Molar vorhanden ist. Er führt den Steg

von distal nach mesial und verbindet ihn federnd mit der Basis. Da die Arme in gleicher Richtung verlaufen, will er hiermit ein Abhebeln der Prothese im Frontzahnbereich verhindern.

Eine Art Übergreifklammer ist die Klammerschlinge nach Steinhausen. Sie ist eine doppelte Drahtklammer und wurde 1931 angegeben. Sie wird angefertigt aus Wipladraht von 0,8 - 0,9 mm Stärke. Jegliche Wärmebehandlung (Löt-, Schweißarbeit) fällt weg.

Eine Auflage verläuft über die Querfissur nach buccal und oral und bildet hier zwei schlaufenförmige Klammerarme. Die Enden werden zu einem Klammerschwanz miteinander verdrillt (Abb. 50). Die federnden Schlaufen ermöglichen eine Druckverteilung auf Parodontium und Gingiva. Durch die in der Mitte liegende Auflage wird der Zahn günstig belastet. Um Artikulationsstörungen zu vermeiden, ist das Einschleifen einer Führungsrille von Vorteil.

Die Schlingenklammer nach Roach kann in zweierlei Formen angewendet werden, jedoch müssen zur Vermeidung von Separation zwei benachbarte Zähne mit miteinander verlöteten Kronen versehen werden.

Bei der geschlossenen Form führt der Draht über den Kontaktpunkt der Zähne nach oral und vestibulär in die Interdentalnischen, zieht dem Zahnhals entlang und endet beiderseits im Prothesensattel (Abb. 51).

Die offene Form ermöglicht eine wesentlich weichere Druckübertragung. Die Anlage der Klammer ist wie bei der geschlossenen Form, doch ist sie nur oral im Sattel verankert. Der vestibuläre Arm verläuft in einer offenen Schlinge.

Ein vielseitiges Verankerungsmittel bei noch vorhandenen Nachbarzähnen ist die Jackson-Klammer. Diese biegt man nach Kennedy (LEDERER (33)) am besten von einem Kontaktpunkt ausgehend über die Buccalfläche des Zahnes, legt sie hier dem Gingivalsaum entlang und führt die beiden Enden auf die orale Seite. Unter die Enden wird ein Edelmetallplättchen gelegt und Lot aufgeschwemmt. Die Verbindung mit dem Bügel oder der Platte erfolgt durch direktes Anlöten oder über einen Appendix. Diese Klammer ist ein besonders wirksames Halteelement, auch bei unilateralem Ersatz, da sie den Ankerzahn buccal unterhalb des Äquators in ganzer Breite umfaßt. Bei Zähnen mit geringer Wölbung erreicht man die Retention durch besonders starke Ausnützung der Interdentalnischen. Aktiviert wird die Klammer durch Zusammendrücken in mesio-distaler Richtung (Abb. 52). Um Separationen zu vermeiden, können Auflagen angebracht werden. Mitunter bereiten die okklusalen Klammerteile Schwierigkeiten für den Gegenbiß. Dann wird ein Schleifen über dem Kontaktpunkt unvermeidlich sein.

Bei der Jackson-Klammer mit Flügeln, eine Modifikation von Crozat, werden an die orale Seite der Klammer zwei Extrafinger angelötet, die in die Interdentalnischen auslaufen. Hierdurch soll die Gesamtstabilität erhöht werden (Abb. 53).

Eine weitere Modifikation der Jacksonklammer stellt die Crozat-Klammer dar, bei der erstere um je eine doppelarmige Drahtklammer erweitert wird. Sie ist eine feste, sehr elastische Haltevorrichtung, die die horizontal angreifenden Kräfte auf drei Zähne verteilt. Das Indikationsgebiet ist der einseitig befestigte Ersatz (Abb. 54).

Nun möchte ich noch die Approximalklammer von Schröder erwähnen, die bei einer unteren Frontzahngruppe Anwendung finden kann. Sie ist eine aus rundem Draht gefertigte Schlaufe, die beiderseits des Zahnes aus der Basis kommend zwei approximale Retentionsbögen bildet. Lingual zieht die Klammer in eine eingeschliffene horizontale Furche (Abb. 55).

Die beiden Schlaufen wirken gleichzeitig als Federarme. Auch ein einzeln stehender Zahn kann von der Klammer umfaßt werden. Ein Nachteil ist, daß die eingeschliffene Rille den Zahn schwächt und Retentionen für Speisereste bildet.

Rubin (41) empfiehlt für die sogenannte Sozialpraxis wegen ihrer einfachen und billigen Herstellung die geteilte Klammer. Zwei für sich getrennte Arme kommen direkt aus der Prothesenbasis heraus, ebenso eventuelle Auflagen. Zur Anwendung dieser Klammer ist ein guter Kontakt zwischen Ankerzahn und erstem künstlichen Zahn erforderlich. Da Klammerkörper und -schulter fehlen, erfolgt eine besonders elastische Kraftübertragung (Elbrecht), die sich nur in einer Ebene nahe dem Zervikalrand und damit günstig für das Parodontium auswirkt.

Auch Kombinationen zwischen Draht- und Bandmaterial wurden zur Herstellung von Verankerungsmitteln verwendet.

Eine solche kombinierte Klammer ist die Schwebeklammer nach Spalding. Als schmales Band folgt sie dem größten Zahnumfang, so daß sie den Zervikalrand frei läßt. In der Prothese wird sie mittels mehrerer Klammerträger aus halbrundem Draht gleicher Breite verankert, nachdem diese mit dem Band verlötet wurden. Die entstandenen Zwischenräume sollen einen Speicheldurchfluß ermöglichen, analog der bei den Bandklammern erwähnten Whitney-Klammer.

Bei engstehenden Molaren empfiehlt Merk eine Überhängklammer, wenn keine andere Möglichkeit zur Befestigung gegeben ist (SCHUSTER (50)). Zwei benachbarte Zähne werden buccal mit zwei gestanzten Klammerflügeln versehen. Von ihrer interdentalen Vereinigungsstelle aus zieht ein angelöteter, ca. 0,8 mm starker Golddraht über den Kontaktpunkt hinweg. Unter Umständen muß der Antagonist beschliffen werden. Lingual wird zur Befestigung im Prothesenmaterial ein Stückchen Blech angelötet.

Die Interapproximalklammer nach Roach ist hauptsächlich für Eckzähne angegeben. Sie bedeckt den Zahn oral bandförmig. Von hier aus gehen zwei mit dem Band verbundene Arme aus rundem Draht über die Kontaktpunkte hinweg nach buccal. Auflagen können angebracht werden.

Für kolbige und schief stehende Zähne soll die Halbklammer oder geteilte Klammer geeignet sein (HAENLE (23)). Sie besteht aus zwei gekürzten Bandklammerhälften, die durch einen federnden Drahtbügel miteinander verbunden sind.

Die Kombinationsklammer von B. Müller ist eine kombinierte Guß-Draht-Klammer. Der orale Teil und die Auflage sind gegossen, während der buccale Arm aus Draht gebogen und dann verlötet wird. Indikation nach Müller (nach RUBIN (41)): für "stabile Verankerungen". Der federnde Arm soll den Zahn gegen ein genau passendes Widerlager halten.

Derartige Klammern werden auch heute noch verwendet. Sie sind indiziert aus ästhetischen Gründen oder vor allem bei gekippt stehenden Pfeilerzähnen mit ausgeprägtem buccalen untersichgehenden Gebiet, wenn der orale unterschnittene Raum für die Spitze des Gußarmes ausreichend ist. Mit dem lingualen Gußarm wird eine bessere Absteifung erzielt als z. B. bei der Verwendung einer doppelarmigen Drahtklammer. Da die seitliche Absteifung nur in einer Richtung vorhanden ist, ist auf der anderen Seite des Kieferbogens eine Klammer zur Ergänzung notwendig.

Die Schlingenklammer von Roach findet Verwendung zur Prothesenverankerung an gedreht stehenden Molaren. Eine gegossene Schlinge zieht von approximal um die buccale und linguale Zahnfläche oberhalb des Äquators, von hier aus über die Querfissur der Kaufläche. An die Schlinge sind federnde Arme aus Draht angelötet, die in die unteren Quadranten der Zahnoberfläche greifen. Diese Klammer bietet recht guten Halt, jedoch entstehen meist Artikulationsstörungen.

Die Modifikation von Balters umfaßt den Zahn oberhalb des Äquators ringförmig ohne Berührung der Kaufläche. An den Ring sind federnde Arme aus Draht angelötet, die direkt oder abgewinkelt die unteren Quadranten erreichen. So erhält die Klammer einen sehr festen Sitz (Abb. 56).

Bei der Schlaufenklammer von Goslee bestehen die Klammerarme aus Drahtmaterial. Sie umgreifen schlaufenförmig vestibulär und oral den Zahn. Auflage und Klammerschwanz sind gegossen und mit dem Schlaufenteil verlötet. In ihrer Wirkung entspricht diese Konstruktion einer skelettierten Bandklammer. Sie ermöglicht keine vertikale Federung.

1907 führte Taggart das Gußverfahren in die zahnärztliche Technik ein. Wenige Jahre später hat Roach in Amerika kleine abnehmbare Brücken, sog. Spinnen, hergestellt, die mit gegossenen Klammern an vitalen Pfeilern befestigt wurden. Deshalb wurde die Gußklammer unter dem Namen "Roach-Klammer" in der zahnärztlichen Prothetik bekannt. Das Material war ein besonders leicht gießbares Gold von großer Härte und relativ guter Elastizität, das sogenannte Casting-Clasp-Gold.

Nach dem "Roach-System" hergestellte Klammern haben eine durchaus gute Paßform. Von jedem einzelnen Klammerzahn muß ein

genaues Modell mittels einer Spezialabdruckmasse gewonnen werden. Der Abdruck wird mit einem teilbar konstruierten Löffel genommen. Das erhaltene Modell des Klammerzahnes wird eingefettet, dann wird mit einem Pinsel flüssiges Gußwachs innerhalb der eingezeichneten Umrisse und in Stärke der späteren Klammer aufgetragen. Die Klammerarme werden zwecks Federung dünner gestaltet als Schulter und Körper.

Penn (nach SCHUSTER (50)) vereinfacht das Modellieren der Klammer, indem er einen Streifen Plattenwachs dem Zahn anpreßt, mit flüssigem Wachs verstärkt und dann entsprechend den Klammerumrissen ausschneidet.

Bei kleineren Werkstücken stellt Roach Klammer und Sattelteil im Einstückgußverfahren her. Bei größeren Prothesen empfiehlt er, Teilstücke zu gießen und diese miteinander zu verlöten, um Ungenauigkeiten (Schrumpfung) zu vermeiden. Viktor Frey beschreibt auf Grund von Veröffentlichungen von Roach-Schülern folgenden Arbeitsgang zur Herstellung g e g o s s e n e r Prothesen: Von jedem Klammerzahn wird ein gesonderter Abdruck genommen, der mit harter Einbettungsmasse ausgegossen wird. Auf den erhaltenen Modellen werden die Klammern in Wachs modelliert und gegossen. Die Gußklammern werden den natürlichen Zähnen angepaßt, und nun wird ein geteilter Gipsabdruck genommen und mit Einbettungsmasse ausgegossen. Auf dem gewonnenen Modell wird der Sattelteil hergestellt und mit den Klammern verlötet. (Frey, "Roach'sche Brücken", Zschr. Stomat. 8, 1923).

Zur Beurteilung der Gußklammer schreibt Schuster (50) im Jahre 1930: Die Hauptnachteile der gegossenen Klammern sind, daß sie leicht brechen, daß die rauhe Innenfläche Bakterien beherbergt und daß sie stark abscheuernd auf den Zahnschmelz wirken. Durch Anbringen einer Auflage kann Überbelastung und somit Lockerung des Zahnes eintreten.

Ermer (20) sagt weiter (1935), daß beim Einsetzen und Herausnehmen der Prothese der Ankerzahn unphysiologisch auf Biegung beansprucht wird, da die starre Klammer über die größte Konvexität des Zahnes hinweggleiten muß. Die Klammer überträgt Kippmomente auf die Ankerzähne, was zu Schädigung des Aufhängeapparates und zu Lockerung der Zähne führt. Durch die vergütbaren Legierungen kann die Elastizität zwar erhöht werden, aber eine vollkommene Ausschaltung dieser Nachteile ist nicht möglich. Deshalb wird die gegossene Klammer allgemein abgelehnt.

1936 erklärt Elbrecht (nach ANDERES (1)): "Auf Grund der Tatsachen kann man nur zu dem Urteil kommen, daß jede Gußklammer, ganz gleich aus welchem Material sie gefertigt ist, auf Grund des frühzeitigen Eintritts einer Dauerdeformation, der geringen Dauerbeanspruchung, der Möglichkeit der Schwächung durch Lunker und der Bruchgefahr, eine Korrektur durch Nachbiegung nicht zuläßt".

Die einfachste G u ß k l a m m e r ist wohl die Klammer von B o n d y / Chicago. Sie liegt buccal dem Zahnhals mit einem Arm an.

Zu den Roach-Klammerformen gehört die Mesio-Distalklammer (Abb. 57). Sie ist eine besonders starre Gußklammer, die ausschließlich im Frontzahngebiet zur Anwendung kommt. Ihre Retentionswirkung beruht auf Reibung. Von palatinal ausgehend, wo die Klammer dem Tuberculum aufliegt, greift sie über den Approximalraum zur Labialfläche. Dazu ist oftmals ein erhebliches Beschleifen der Approximalflächen des Zahnes erforderlich. Alle auftretenden Kräfte werden ungebrochen auf das Parodontium übertragen. Deshalb soll diese Klammer, ebenso wie die Hakenklammer, nur bei voll abgestütztem Ersatz verwendet werden. Letztere ist ein Befestigungselement für Praemolaren und Molaren in der geschlossenen Zahnreihe (Abb. 58). Zwei mit okklusalen Auflagen versehene Arme greifen mit wenig federnden Ausläufern nach buccal.

Roach stellte fest, daß zur einwandfreien Umklammerung eines Zahnes vier Punkte notwendig sind, die in bestimmter Beziehung zueinander stehen müssen, deren Verbindung miteinander jedoch beliebig sein kann.

Das Roach-Klammersystem unterscheidet hauptsächlich fünf Typen (T-, U-, L-, I-, C-Barren oder Bügelklammern). Es beruht auf der Ansicht, daß man die Stütz- und Haltepunkte am Klammerzahn unabhängig voneinander mit fingerförmigen Fortsätzen aus der Prothesenbasis heraus angehen kann.

Bei jeder Roach-Klammer ist folgendes zu beachten:

1) Der Zervikalrand der Klammerzähne wird frei gelassen, so daß die Klammer in Form eines Bügels von der Prothesenbasis aus an den Zahn herangeführt wird.

2) Die Klammer berührt den Zahn an seiner distalen oder mesialen Seite, und zwar in untersichgehendem Gebiet, um den erforderlichen Halt zu erzielen.

3) Bei jeder Klammer müssen zwei reziprok wirkende Arme vorhanden sein.

4) Im allgemeinen sind die Klammern mit einem Aufleger versehen.

Wenn es erforderlich ist, wird untersichgehendes Zahngebiet durch geringes Beschleifen ausgeglichen, um ein leichteres Einsetzen der Prothese zu ermöglichen.

Die Bügelklammern werden angewendet entweder bei der Roach-Klammerbrücke oder bei vollabgestütztem Eingußersatz.

Der T-Barren ist indiziert bei konischen und parallelwandigen Zähnen. Zwei horizontale Arme, die sich am Ende des Bügels befinden, erfassen den Zahn flächenhaft (Abb. 59). Auftretende Schubkräfte werden gleichmäßig verteilt.

Der U-Barren hat das gleiche Anwendungsgebiet wie der T-Barren. Er erfaßt den Zahn mit zwei Bügeln auf jeder Seite punktförmig und hat so die Funktion der T-Klammer ohne deren flächenhafte Auflage (Abb. 60).

Der L-Barren ist aus ästhetischen Gründen nur im Molarengebiet anwendbar. Die Klammer greift den Zahn punktförmig an der der Lükke abgelegenen Seite an (Abb. 61).

Der I-Barren ist zur Umklammerung von Eckzähnen und Praemolaren gedacht, da die ästhetische Wirkung recht gut ist. Der Angriffspunkt liegt an der die Lücke begrenzenden Zahnseite (Abb. 62).

Der C-Barren berührt den Zahn bogenförmig auf der der Lücke zugekehrten Seite und findet aus ästhetischen Gründen Anwendung im Molarenbereich (Abb. 63).

Weitere Formen sind der E-Barren und die 7-Bügelklammer.

Ersterer ähnelt in seinem Aussehen der T-Klammer. Ausgehend vom interapproximalen Raum erfaßt er zwei Zähne, weshalb zur Ausschaltung der Separationsgefahr zwei Auflagen angebracht sind (Abb. 64).

Letztere stellt eine Modifikation der I-Klammer dar, mit einer horizontalen, dem Zahn anliegenden Verlängerung. Ihr Anwendungsgebiet sind obere Praemolaren (Abb. 65).

Durch die geringe Auflagefläche an den Retentionsstellen soll der Kariesentstehung vorgebeugt werden. Schäden des Parodontiums sind kaum möglich, weil der Zahn allseitig belastet wird. Da die Klammern die Zahnhälse weitgehend frei lassen, sind marginale Schädigungen nicht zu befürchten. Ein Nachteil ist, daß beim Einsetzen und Herausnehmen des Ersatzes leicht eine Dauerdeformierung und beim Reaktivieren Bruch erfolgt.

Bevor ich nun zu der Besprechung des Ney-Systems komme, möchte ich noch die fortlaufende Klammer erwähnen. Eine solche gibt bereits Linderer 1851 an. Sie wurde anfangs aus Draht hergestellt, im ganzen gebogen oder aus einzelnen halbmondförmigen Stücken zusammengesetzt und verlötet.

1924 verwendete Beach eine aus Draht gebogene, unterfütterte fortlaufende Klammer bei Unterkiefer-Bügelprothesen anstelle des vorderen Prothesenrandes. Sie sollte zugleich abnehmbare Stützschiene und Schubverteilungselement darstellen, so daß sie auch in parodontosegeschädigten Gebissen mit jedem Halteelement kombiniert werden konnte.

Die fortlaufende oder "endlose" Klammer stellt eine tangentiale Versteifung der Stützzähne dar, wobei die Klammerarme auf der oralen Zahnseite liegen. Sie soll die auftretenden Kräfte gleichmäßig verteilen, die transversale Beweglichkeit der Prothese einschränken und eine Kippung nach frontal vermeiden.

Kennedy versah bei Freiendsätteln die fortlaufende Klammer an ihren Enden mit zweiarmigen Klammern, wodurch sie Verbindungselement zwischen den eigentlichen Haltevorrichtungen wurde.

Heute wird die fortlaufende Klammer im Modellgußverfahren hergestellt.

Eine Weiterentwicklung, die ich hier der Vollständigkeit halber erwähnen will, ist die Greiferschiene von Schröder und Groß oder Elbrechtschiene, die mit kleinen Haken von oral über die Approximalflächen der Zähne nach labial greifen und hier in meist eingeschliffenen Auflagebetten Halt finden. Diese Konstruktion wird hauptsächlich angewendet als Parodontoseschiene, also als Stützelement, da sie horizontale und vertikale Kräfte gleichmäßig auf die erfaßte Zahngruppe verteilt und so größtmögliche Schonung der Parodontien bewirkt. Sie kann auch mit partiellem Ersatz kombiniert werden.

Noch 1950 sagt Scheu (nach ANDERES (1)), daß mit den Elbrechtschen Ausführungen von 1936 (s. oben) endgültig der Stab über die Gußklammer gebrochen sei. Scheu schreibt wörtlich: "Heute ist man zu der Erkenntnis gekommen, daß die Verwendung von Gußklammern ein Fehler ist, weil auch das beste Gußmaterial in seinen Eigenschaften mit einem gehämmerten, gezogenen oder gewalzten Material nicht vergleichbar ist. Kein Ingenieur würde in der allgemeinen Technik einen Konstruktionsteil gießen, welcher federnde Eigenschaften besitzen soll. Eine Teilprothese, die einschnappen soll, muß aber Klammern von höchster Federwirkung aufweisen, die auf dem Gußwege niemals zu erreichen ist".

Seit der Einführung des Ney-Klammersystems haben sich diese Anschauungen über die Gußklammer völlig gewandelt.

Die Ney-Klammern wurden von amerikanischen Hochschulen in Zusammenarbeit mit der J. M. Ney Company entwickelt (DRUM (9)). Das Neue an dieser nach dem Ney-System hergestellten Gußklammer ist, daß sie eine vermessene Klammer darstellt, die nicht mehr oder weniger willkürlich dem Zahn angepaßt wird. Drum (9) nennt sie "abgestimmte" Klammer, weil Materialstärke, Federung, Lage der federnden Teile im Verhältnis zur Zahnwölbung, Lage der umfassenden Teile und der Aufleger, auch für die Kombination aller umklammerten Zähne, aufeinander bezugnehmend sind.

Zur Herstellung der Ney-Klammern ist also ein Vermessungsgerät, auch Parallelometer oder Klammerzeichner genannt, erforderlich. Letztere Benennung ist nicht richtig, da das Gerät die Klammer nicht "zeichnet". Die Originalbezeichnung ist "Surveyor".

Mit Hilfe dieses Gerätes soll eine für alle Klammern gemeinsame Einschubrichtung gefunden werden. Auf einem schwenkbaren Tischchen des Parallelometers wird das von dem Kiefer gewonnene Modell befestigt und mittels eines Stahlstiftes analysiert. Das Tischchen wird in verschiedene Schräglagen gebracht, und die günstigste, für alle Klammerzähne infrage kommende Stellung, wird ermittelt. Dann erfolgt Fixieren des Tischchens. Nachdem der Stahlstift gegen einen Kohlestift ausgetauscht wurde, wird dieser um die Klammerzähne geführt. Er zeichnet mit seiner Seitenfläche die sogenannte Äquator-Linie, Vermessungslinie oder Führungslinie (surveyline) an. Sie braucht nicht übereinzustimmen mit dem natürlichen Äquator des Zahnes, sie verändert sich je nach der Stellung des Zahnes und des Modells.

Die Führungslinie teilt den Zahn in

untersichgehendes Gebiet (Infrawölbung, undercut) (Abb. 66)

und in

nicht untersichgehendes Gebiet (Suprawölbung, nonundercut) (Abb. 66).

Alle starren Teile der Klammer müssen auf Infrawölbungen liegen (Abb. 67).

Jede Ney-Klammer besteht aus drei genau berechneten Teilen:

1) Okklusale Auflage,
2) Umfassung,
3) federnde Retention.

Daraus ergeben sich die drei Klammerfunktionen:

1) Okklusale Abstützung (Support),
2) Sicherung gegen Lateralbewegung (Bracing),
3) Halt (Retention). (Abb. 68).

Klammer-Typen des Ney-Systems:

1) Nr. 1-Klammer

Sie kann angewendet werden bei senkrecht stehenden Zähnen zur Befestigung von Schaltprothesen. Die Führungslinie muß so verlaufen, daß genügend Suprawölbung für die Auflage und den starren Klammerstiel vorhanden ist. Für die federnden Enden der Klammerarme sind Infrawölbungen auf der buccalen und lingualen Zahnseite erforderlich. Der Punkt für die Lage dieser Enden wird mit Wölbungsmeßstab 020 bestimmt.

Die Klammer besitzt eine Auflage, zwei starre Oberarme und zwei federnde Unterarme. So bewirkt sie okklusale Abstützung, doppelte Umfassung und doppelte Retention.

2) Nr. 2-Klammer

Sie dient der Befestigung von Schalt- und Freiendprothesen. Die Klammer wird angewendet bei tiefem Verlauf der Führungslinie. Die Anlage der Nr. 1-Klammer ist dann nicht möglich, da der Platz (Infrawölbung) für die federnden Klammerarmenden nicht ausreichend ist.

Wölbungsmeßstab und Wirkungsweise: Wie bei 1).

3) Kombinationsklammer 1 und 2

Sie wird angewendet, wenn gedreht oder gekippt stehende Zähne die charakteristische 1/2-Führungslinie haben. Die Klammer kann bei Schalt- und Freiendprothesen Verwendung finden.

Wölbungsmeßstab: 020.

4) Back-Action-Klammer

(Auch Einarm- oder Rücklaufklammer genannt).
Sie wird angebracht bei Schalt- und Freiendprothesen, wenn eine reziproke Klammer auf der anderen Kieferseite vorhanden ist. Die Einarmklammer ist besonders geeignet für Zähne mit geringer Infrawölbung. Der starre Oberarm der Klammer verläuft vom starren lingualen Klammerstiel ausgehend bis zur Auflage auf der Suprawölbung des Zahnes. Die Klammer kreuzt dann die Führungslinie. Der federnde Unterarm liegt also schon proximal der Infrawölbung des Zahnes an.

Wölbungsmeßstab: 010.

5) Umgekehrte Einarmklammer

(Reverse Back-Action-Clasp).

Sie findet Verwendung bei Praemolaren, die stark nach lingual geneigt sind. Der Klammerstiel wird von dem Prothesensattel aus an die buccale Zahnseite geführt. Hier verläuft die Klammer zunächst auf der Suprawölbung und kreuzt dann die Führungslinie. Der federnde Unterarm liegt proximal und auf der lingualen Zahnseite.

Wölbungsmeßstab: 010.

6) Obere Ringklammer

Sie wird angewendet bei Schaltprothesen oder bei einseitigen Freiendprothesen.

Wölbungsmeßstab: 020, wenn auf beiden Kieferseiten Molaren nach innen gekippt stehen, 030, wenn auf einer Seite ein Freiendsattel vorliegt. Dadurch greift die Klammer tiefer auf die Infrawölbung, so daß eine stärkere Retention geschaffen wird.

Die Firma Ney liefert drei verschiedene Wölbungsmeßstäbe (010, 020, 030), die nach Vorschrift angewendet werden müssen. Die Meßstäbe sind abgestimmt auf die elastischen Eigenschaften des von der Firma gelieferten Klammermaterials (Goldlegierungen) und auf die Form der Klammern, die durch vorgeformte Wachsteile festgelegt ist. In einer von der Firma gelieferten Kunststoffplatte sind die verschiedenen Klammertypen in richtig dimensionierten Einzelteilen als Aussparungen vorgeformt. Letztere werden mit weichem Wachs gefüllt. Die der Schablone entnommenen Teile werden in der richtigen Lage, ein wenig erwärmt, dem Modell angedrückt und auf diesem gegossen.

"Alle Einzelheiten des Ney-Klammer-Systems sind so vorzüglich ausgearbeitet, daß der sichere und spannungsfreie Sitz der Prothese garantiert ist... Es entsteht keine orthodontische Wirkung, die zu Okklusionsstörungen und zur Entstehung von Parafunktionen führen könnte. Der Patient hat sofort das Gefühl des festen, sicheren Sitzes der Prothese, daher wird diese schnell inkorporiert." (DRUM (13)).

Ich möchte noch kurz erwähnen, daß auch bewegliche Verbindungen zwischen Pfeilerzahn und Prothese hergestellt wurden.

Die ersten unstarren Befestigungselemente entwickelte Riechelmann. Sie erlaubten dem Ersatzstück, horizontalen Bewegungen nachzugeben.

Die darauf folgenden Konstruktionen von Roach gestatteten horizontale und vertikale Verschiebungen, ebenso die Schiebe-Scharnier- und Gelenk-Klammer von Schröder, die eine Modifikation des Roach-Systems darstellt. Man unterscheidet gelenkige Kraftbrecher und die Verankerung mittels Federn. Sie bezwecken, daß die die Prothese treffenden Kräfte nicht ungebrochen auf die Ankerzähne übertragen werden.

Zu ersteren gehören die Geschiebe, die als Verankerungsmittel "innerhalb" des Zahnes angesprochen werden. Sie sollen bei den Kaueinwirkungen ein Absinken der Prothese in die nachgiebige Schleimhaut ermöglichen, ohne die Stützzähne zu belasten. Hier sind die Schlösser von Roach, Kayle und Dresch zu erwähnen, die vertikale Bewegung und seitliche Drehbewegung gestatten. Der Dreschdruckbrecher Nr. II verbindet diese beiden Bewegungen mit einer türflügelähnlichen Pendelbewegung.

Die federnden Kraftbrecher sind an ihrem Ende mit Klammern versehen. Die Federarme sind ziemlich lang, um eine entsprechende Elastizität zu erhalten. Abb. 70 zeigt als Beispiel einer federnden Verbindung eine "Rücklauffeder".

Auch Scharnierkonstruktionen finden Verwendung. Sie haben den Zweck, den auf Freiendprothesen einwirkenden Kaudruck zum Teil auf das Restgebiß zu übertragen. Im Jahre 1953 wurde die Scharnier-Prothese nach Strini von Singer/Meran (53) propagiert, und 1955 nannte Heintz/Karby (25) die Haarnadelscharnierfeder. Letztere stellt ein vereinfachtes gefedertes Scharniergelenk dar.

Weitere Befestigungsmethoden partieller Prothesen sind die Verankerungen unter Verwendung von Kunststoff und schließlich mittels Teleskopkronen. Die Retentionsprothese nach Kemény (28) zieht nicht nur die Restzähne zur Verankerung heran, sondern auch die vestibuläre Fläche des Alveolarfortsatzes, indem die Prothesenteile auf diese ausgedehnt und gleichzeitig an die Vestibulärflächen von Zähnen herangeführt werden.

Dentoalveoläre Klammerformen nach Kemény sind:

1) Die geschlossene dentoalveoläre zirkuläre Klammer. Sie umfaßt den Alveolarfortsatz und den Zahn vom Halsteil bis zum Kauflächenrand (Abb. 71).

2) Die offene dentoalveoläre Klammer. Sie entspricht der geschlossenen Form, nur wird sie an einer Stelle durchgeschnitten (Abb. 72).

3) Der Klammerstiel kann auf dem Zahnfleisch an einem Zahn oder an mehreren Restzähnen vorbei- und dann an dem Ankerzahn emporgeführt werden. Diese langgestielte Klammer erinnert an die Drahtklammer von Bonyhard (Abb. 73).

Nachuntersuchungen von Krause (32) ergaben wenig kariöse Veränderungen unter den Klammerzähnen. Während bei mit Drahtklammern versehenen Pfeilern nach zweijährigem Tragen der Prothese eine Kariesbildung von 15 % festgestellt wurde, waren bei Kemény-Prothesen nur 8 % zu verzeichnen. Von 60 getragenen Ersatzstücken wiesen vier einen Klammerbruch auf. Deshalb erhalten die Klammern heute eine Stärke von 1,5 mm. Schleimhautschäden wurden angeblich nicht beobachtet, der Halt sei auch nach längerer Tragezeit zufriedenstellend. Besonders gut sei der kosmetische Effekt durch Verwendung von glasklarem Kunststoff.

Durch Kemény angeregt hat neben anderen der Rumäne Bogdan (3) flexible, mit Akrylat bedeckte Klammern entwickelt, die nicht an den Zähnen, sondern an der Gingiva Halt finden. Das eine Ende eines doppeltgebogenen Wipladrahtes von 0,6 - 0,7 mm Durchmesser wird mit Akrylat bedeckt und buccal der Mucosa angelegt, während das andere Ende im Prothesenmaterial befestigt wird. Zwischen den flexiblen Klammerenden und dem Prothesenkörper muß die Klammer 2 - 3 mm frei von Akrylat bleiben, um die Elastizität zu gewährleisten.

An Vorteilen nennt Bogdan, daß die Befestigung der Prothese optimal sei, daß die Klammer leicht reaktiviert werden könne, der Ersatz infolge der Flexibilität mühelos eingesetzt und entfernt werden könne und Läsionen der Zahnsubstanz vermieden würden.

Dasselbe Prinzip verfolgen die federnden Vestibulärspangen von Spang (RUBIN (41)). Sie werden aus 0,9 mm starkem, runden Draht schleifenförmig gebogen und tragen an ihrem Ende eine Kunststoffpelotte. Diese liegt der Schleimhaut auf (Abb. 74).

Auch bei den Kraul-Federn (KRAUL (31)) wird der Kunststoff zur Befestigung herangezogen. Der Prothesensattel wird mittels Federn mit einem Kunststoffortsatz verbunden, der entweder den Infrawölbungen der Gingiva oder den Zahnhälsen anliegt. Die Feder gestattet es, den Fortsatz abzuklappen, um den Ersatz einsetzen und herausnehmen zu können. Die Innenseite des Fortsatzes ist am Zervikalrand etwas auszusparen, um Druck auf den Zahnfleischsaum zu vermeiden. Die Kraul-Federn können bei partiellem und totalem Zahnersatz Anwendung finden (Abb. 75).

Hier ist noch zu erwähnen, daß auch fabrikmäßig vorgeformte Nylon-Klammern im Handel sind, die im Labor mittels angewärmter Zangen weiterverarbeitet werden. Das Material ist federnd und bruchfest, jedoch zur Klammerherstellung ungeeignet: Wollte man eine Nylonklammer in ihrer Dimension grazil genug gestalten, so würde sie eine zu große Elastizität besitzen.

Bei im Spritzverfahren hergestellten Nylonprothesen werden derartige Klammern im "Einstückguß" angefertigt. Die Resultate waren jedoch unbefriedigend (RUBIN (41)).

Vollständigkeitshalber möchte ich noch auf die Anwendung von Teleskopkronen zur Verankerung von Teilprothesen zu sprechen

kommen, obwohl diese zwar als "Befestigungsmittel", nicht als "Klammern" anzusehen sind. Teleskope bestehen aus zwei übereinandergesetzten Hülsen- oder Teilkronen. Um sie anzubringen, muß der Pfeilerzahn möglichst parallelwandig beschliffen werden. Sind mehrere Ankerzähne vorhanden, so sind sie am besten mit einem Parallelometer auszurichten. Soll die äußere Krone facettiert werden, dann ist das Einschleifen einer Stufe erforderlich. Die innere Krone wird dem Zahn aufzementiert, während der äußeren zur Verankerung im Prothesenmaterial eine möglichst lange Retention in Form von 2 mm starkem Draht angelötet wird.

Teleskopierende Kronen sollen nicht wahllos angewendet werden, sondern nur, wenn die statischen Voraussetzungen dazu gegeben sind, also möglichst im Sinne einer sattelfernen Lagerung.

Wenn man davon absieht, daß der Arbeitsgang ein ziemlich umfangreicher ist und daß doch erhebliche Kosten entstehen, so kann man sich der Auffassung Schreibers (47) anschließen, "... daß teleskopierende Kronen... ein in jeder Form ideales Halte- und Stützelement darstellen, denn die Prothesen sitzen absolut fest, die Kauleistung ist erhöht, die Restzähne sind vor Karies geschützt und der kosmetische Erfolg ist gut".

Diskussion

Die Auffassung, wie sie z. B. Suersen vertrat, daß Klammern grundsätzlich als Befestigungsmittel für partielle Prothesen abzulehnen sind, ist keineswegs stichhaltig, sofern die Verankerungselemente richtig hergestellt sind.

Um den Wert der einzelnen Klammerkonstruktionen zu beurteilen, muß man sich einerseits die gestellten Forderungen an die Halteelemente, andererseits ihre Wirkungsweisen vergegenwärtigen.

Wir fordern von einer Klammer Retention, d. h. die Klammer soll den Zahnersatz am Restgebiß befestigen und den Prothesensattel auf der Schleimhautunterlage festhalten. Der retentive Klammerteil soll auf Infrawölbungsgebiet liegen und den einzig federnden Klammeranteil darstellen.

Eine Klammer soll ferner die Bewegung der Prothese in horizontaler Richtung (nach mesial, nach distal, nach den Seiten) nicht zulassen. Horizontal gerichtete Kräfte schädigen bekanntlich das Parodontium am stärksten und lockern den Zahn. Um das zu verhindern, ist ein absteifender Klammerteil erforderlich, der auf der anderen Seite des Zahnbogens eine Ergänzung findet. Diese Absteifung ist starr und soll auf dem Suprawölbungsgebiet des Zahnes liegen.

Zur Vermeidung des Absinkens der Prothese in die Mucosa, ist eine okklusale Abstützung notwendig. Die Klammer muß deshalb einen Auflageteil erhalten, der starr ist und oberhalb der Vermessungslinie liegen muß. Die Auflage soll so gestaltet sein, daß der Kaudruck parallel zur Zahnlängsachse übertragen wird.

Es ist wichtig, daß alle Klammerteile in Ruhelage dem Zahn passiv anliegen, um orthodontische Wirkungen auszuschalten.

Außer diesen funktionellen Forderungen sollen Klammern auch in ästhetischer und hygienischer Hinsicht befriedigen und so gestaltet sein, daß sie der Karies keinen Vorschub leisten.

Bei der Untersuchung der verschiedenen Konstruktionsgruppen nach diesen Gesichtspunkten, will ich mit den Bandklammern aus Blech beginnen.

Die Bandklammer besteht aus einem oder zwei Klammerarmen, die der Zahnkrone mehr oder weniger breit anliegen. Da eine Blechklammer der Zahnoberfläche nicht genau angepaßt werden kann, können die untersichgehenden Zahnpartien nicht voll zur Retention herangezogen werden. Der Halt der Prothese wird meist nur durch Reibung bewirkt, wodurch der Zahnschmelz geschädigt wird. Gingivalwärts steht die Klammer meist vom Zahn ab, was Speiseretentionen und damit Kariesbegünstigung und Entzündung des Zahnfleischsaumes zur Folge hat. Da die Absteifung ungenügend ist, überträgt die Bandklammer außer Zug- und Schubkräften auch Kippmomente auf den Zahn. Eine Bandklammer mit

Auflage verhindert zwar das Absinken der Prothese, schaltet aber die übrigen Schädlichkeiten nicht aus.

Die Verwendung der Bandklammer ist daher abzulehnen.

Von den heute verwendeten Klammerformen sollte die einarmige Drahtklammer ebenfalls nicht zur Prothesenverankerung herangezogen werden. Der federnde Draht bietet eine bessere Ausnützung der untersichgehenden Zahngebiete und damit zunächst eine bessere Retention als die Blechklammer. Da jedoch eine Abstützung fehlt, kommt es auch hier beim Einlagern der Prothese in die Mucosa zu Verletzungen des Zahnfleischsaumes. Durch die gleichzeitig eintretende Lageveränderung des Klammerarmes geht die Retention weitgehend verloren. Auch dürfte es unmöglich sein, die nach Augenmaß gebogene Klammer völlig passiv dem Zahn anliegen zu lassen, so daß sie meist als orthodontischer Apparat wirkt. Ebenso wie die Bandklammer bewirkt die Drahtklammer Reibschäden am Zahnschmelz. Durch die gleichfalls fehlende Absteifung wird der Ankerzahn horizontal belastet, was zu Lockerung des Zahnes führt.

Die einarmigen Drahtklammern mit verlängertem Klammerarm (Zwei-, Dreibogenklammer) wurden als besonders günstige Verbesserung angesehen. Sie sollen den Federdruck auf zwei bzw. drei Zähne verteilen und somit den Pfeilerzahn entlasten. Jedoch fehlen auch hier Abstützung und Absteifung, so daß die Nachteile letztlich dieselben sind wie bei der Einbogenklammer.

Das gleiche gilt für die ähnlichen Winkelklammerarten.

Die fortlaufende Drahtklammer, die hauptsächlich im Frontzahnbereich angewendet wird, besitzt keine retentiven Teile. Sie ist lediglich zur Abstützung gegen Kippmomente, auch zur Schienung gelockerter Zähne zu verwenden. Sie muß stets mit anderen Klammern kombiniert werden.

Ein recht wirksames Befestigungselement stellt die doppelarmige Drahtklammer mit Auflage dar. Sie bietet gute Retention, da die beiden Federarme weit in das untersichgehende Zahngebiet geführt werden können. Wegen ihrer guten Federwirkung und ihres geringen Durchmessers ist es möglich, die Klammer auch bei sehr gekippt stehenden Zähnen und solchen mit stark unterschnittenem Gebiet anzuwenden. Die beiden Klammerarme müssen zur Vermeidung orthodontischer Wirkungen dem Zahn passiv anliegen. Die Auflage verhindert ein Absinken des Ersatzes, so daß Verletzungen der Gingiva nicht möglich sind.

Der Nachteil der doppelarmigen Drahtklammer mit Auflage besteht darin, daß sie nur eine geringe Absteifung ermöglicht.

Die nicht vermessene Gußklammer stellt ein zu starres Verankerungselement dar, dessen Retentionswirkung bei den meisten Konstruktionen hauptsächlich auf Reibung beruht. Wird der Klammerarm in zu tief untersichgehendes Gebiet geführt, so erfährt er bald eine Dauerdefor-

mierung oder es erfolgt Klammerbruch. Hinzu kommt, daß der Ankerzahn beim Einsetzen oder Herausnehmen der Prothese über das erträgliche Maß hinaus belastet wird.

Ein Klammersystem, das unsere Forderungen in weitem Maße erfüllt, ist das Ney-System, das aus fünf Klammergrundformen besteht. Sie bieten Abstützung, Absteifung und Retention. Alle Klammerteile liegen in der Ruhelage des partiellen Ersatzes dem Zahn genau und passiv an. In untersichgehendem Zahngebiet liegen lediglich die elastischen Retentionsteile der Klammer.

Zur Herstellung der Ney-Klammer ist eine genaue Vermessung des Situationsmodells notwendig, wie es oben beschrieben wurde.

Der Vorteil des Ney-Systems liegt besonders darin, daß die Konstruktion der partiellen Prothese als Einheit erfolgt in Abhängigkeit von einer gemeinsamen Eingliederungsrichtung. Infolge der exakten Vermessung können die Ney-Klammern ihre Funktionen auch tatsächlich erfüllen.

Die intensive Beschäftigung mit den Ney-Klammern hat dazu geführt, daß die in diesem System angewendeten Grundsätze allgemein gültig anerkannt sind. Ihre Richtigkeit bestätigen auch die guten Erfahrungen, die mit diesem Klammersystem gemacht wurden. In dem Bestreben, das Restgebiß und die Kieferkämme zu erhalten, bemühen wir uns, die Prothese in situ möglichst ruhig zu lagern. Dadurch können Bewegungen und somit Lockerung der Pfeilerzähne und weitgehend auch Resorption der Alveolarfortsätze vermieden werden.

So kommen wir zu der Schlußfolgerung, daß nach den heutigen Erkenntnissen die Ney-Klammern, auch in ihren Modifikationen, in den meisten Fällen allen anderen Konstruktionen vorzuziehen sind.

Zusammenfassung

Es wurde ein Überblick über die Entwicklung, Form und Wirkungsweise der Klammern gegeben.

Wir haben die Befestigungsmittel von Zahnersatz des Altertums und des Mittelalters kennengelernt, die entweder ein aus Goldstreifen bestehendes Ringsystem oder ein Bindewerk aus Seide, Hanf oder Golddraht darstellen und welche höchstens ästhetischen, aber keineswegs funktionellen oder hygienischen Anforderungen gerecht wurden.

Der Begriff "Klammer" wurde im 18. Jahrhundert zum ersten Mal von dem Franzosen Mouton erwähnt. La Forgue verwendete als erster halbrunden Golddraht zur Herstellung von Klammern.

Ende des 19. Jahrhunderts leitete Bonwill die sogenannte "rationelle Periode" ein, indem er die ersten Gesetze für eine rationelle Klammertechnik aufstellte. Er fordert, daß die Klammer aus platinhaltigem Gold bestehen, nur an wenigen Punkten dem Zahn anliegen und mit einer Auflage versehen sein soll.

Zur gleichen Zeit etwa verwendete Nesbett erstmalig gegossene Klammern. Gußklammern wurden später als Roach-Klammern bekannt.

Seit Anfang des 20. Jahrhunderts wurde eine Vielzahl von Klammerformen entwickelt. Gerade die Mannigfaltigkeit der Konstruktionsarten beweist, wie wenig sie zum Teil die Hoffnungen erfüllten, die man an sie knüpfte.

Die Bandklammer wird heute sicherlich kaum mehr verwendet, da sie wegen ihrer ungenauen Paßform Retentionsstellen für Speisereste bildet, durch Reibung den Zahnschmelz beschädigt, der Karies Vorschub leistet, den Ankerzahn ungünstig belastet und bei tiefem Verlauf über dem Zahnfleisch oder beim Einlagern des Ersatzes Entzündungen verursacht.

Ein recht gutes Befestigungsmittel, besonders im Praemolaren- und Molarenbereich, stellt die doppelarmige Drahtklammer mit Auflage dar, wie sie heute aus Klammerkreuzen hergestellt werden kann. Sie erfüllt die Forderungen nach okklusaler Abstützung und Retention. Infolge der größeren Elastizität des gezogenen Drahtes gegenüber dem gegossenen Material können die Klammerarme im allgemeinen weiter in das untersichgehende Zahngebiet geführt werden, um einen guten Halteeffekt zu erzielen. Der geringere Durchmesser der Drahtklammer erlaubt ihre Anwendung auch bei sehr gekippt stehenden Zähnen oder bei solchen mit stark untersichgehendem Gebiet, wenn die Führungslinie zu dicht an die okklusale Auflage heranreicht, so daß für eine Gußklammer zu wenig Platz vorhanden wäre. Ihr Nachteil ist, daß die kurzen und halbstarren Oberarme nur eine geringe Absteifung ermöglichen.

Durch die ständige Verbesserung der Materialien und durch Herstellung geeigneter Meßgeräte sind wir heute in der Lage, gegossene Klammern anzuwenden, die den gestellten Forderungen weitaus gerecht werden.

Das Ney-System bietet und Verankerungsmittel, die infolge okklusaler Abstützung, Umfassung des Zahnes und genügender Federwirkung der elastischen Teile, sowie durch ihre hervorragende Paßform, ein Absinken der Prothese verhindern, Sicherung gegen Lateralbewegungen, Halt und weitgehend Bruchsicherheit gewährleisten.

Teleskope, Geschiebe und Scharniere können sich meiner Ansicht nach in der sogenannten "Sozialpraxis" nicht als allgemein verwendete Befestigungsmittel durchsetzen, weil sie in ihrer Herstellung recht kostspielig und teilweise zu kompliziert sind.

"Zur Erfüllung der von uns aufgestellten Forderungen bedarf es vielseitiger und mannigfacher Studien, die nicht nur auf technologischen, sondern auch auf medizinisch-biologischen Gebieten liegen. Auch hier gilt es nicht zu rationieren oder zu egalisieren, sondern nach richtig erkannten Gesetzen und Regeln jeden Fall individuell zu behandeln" (SCHRÖDER (48)).

Literaturangabe

1) ANDERES, Th.: "Gußklammern und Drahtklammern". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 7, (1959), S. 2, Ref. 1248

2) BACKWINKEL, Josef: "Klammerfragen und Klammerprüfungen". Hamburg, Med. F., Diss. v. 21.6.35

3) BOGDAN, J.: "Ein praktisches System zur Verankerung des abnehmbaren Zahnersatzes". Zahnärztl. Rdsch. Berlin, H. 8, (1957), S. 398

4) BONWILL, W. G. A.: Korresp. bl. Zahnärzte Berlin, (1894), S. 61, aus einem Vortrag vor der "Odontographic Society" in Philadelphia.

5) BUDLONG, M.: Zahnärztl. Rdsch. Berlin, H. 20, (1928) S. 169

6) BURKHARDT, Max: "Die Federwinkelklammer". Zahnärztl. Welt Konstanz 8, (1953), S. 352

7) BURKHARDT, Max: "Federwinkelklammer". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 9, (1953), S. 1, Ref. 348

8) DEGUSSA (Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt): "Die gegossene partielle Prothese". 2. Auflage 1957

9) DRUM, Walter: "Abgestimmte Gußklammern und Parafunktionen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 3, (1956), S. 1, Ref. 728

10) DRUM, Walter: "Abgestimmte Gußklammern und Parafunktionen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 4, (1956), S. 15, Ref. 728

11) DRUM, Walter: "Abgestimmte Gußklammern und Parafunktionen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 6, (1956), S. 30, Ref. 728

12) DRUM, Walter: "Abgestimmte Gußklammern und Parafunktionen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 7, (1956), S. 32, Ref. 728

13) DRUM, Walter: "Abgestimmte Gußklammern und Parafunktionen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 8, (1956), S. 46, Ref. 728

14) DÜSBERG, Fritz: "Über die Form und die Konstruktion der Klammern zu Befestigung zahnärztlicher Prothesen". Bonn, Med. F., Diss. v. 13. 1. 1932

15) EICHNER, Karl: "Einfache und zweckmäßige Möglichkeiten der prothetischen Versorgung des Lückengebisses". Zahnärztl. Welt Konstanz 9, H. 24, (1954), S. 683

16) EICHNER, Karl: "Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung". Berlinische Verlagsanstalt, Berlin 1960, S. 219 ff

17) ELBRECHT, August: "Systematik der abnehmbaren partiellen Prothese". Joh. Ambros. Barth Verlag, 1950

18) ELMBERG, Kurt: "Die okklusale Abstützung". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 3, (1955), S. 1 ff, Ref. 571

19) ERDMANN: "Nicht-sichtbare Klammern an oberen Frontzähnen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 8, (1959), S. 1, Ref. 1261

20) ERMER, Albert: "Kritische Betrachtungen über die Befestigungsmöglichkeiten partieller Prothesen (Klammern und Geschiebe)". Würzburg, Med. F. Diss. v. 8.2.35

21) ERTELT, W.: "Beitrag zur Problematik der Anwendung der Klammer im Frontzahn-Praemolaren-Bereich". Dtsch. Zahnärzte-Bl. 9, H. 3, (1955), S. 94 f

22) GINS, Helmut: "Gußklammer oder Drahtklammer". Zahnärztl. Rdsch. Berlin, H. 5, (1957), S. 95 ff

23) HAENLE, Emil: "Über die Befestigungsmittel der Plattenprothese, insbesondere die Klammern". Berlin, Med. F., Diss. v. 2. 8. 1925

24) HALBACH, H.: "Stahl- und Kobalt-Chrom-Legierungen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 5, (1961), S. 1, Ref. 1645

25) HEINTZ, Ulrich: "Die Haarnadelscharnierfeder". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 1, (1955), S. 1, Ref. 547

26) HIEGE, Waltraud: "Klammerkraft und Zahnlockerung". Berlin, Med. F., Diss. v. 5. 11.1953

27) JERUSCH, H.: Korresp. bl. Zahnärzte Berlin, H. 4, (1883), S. 344

28) KEMENY, Imre: "Die Retentionsprothese". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 12, (1955), S. 1, Ref. 688

29) KENNEDY, Edward: "Doppelte Drahtklammer". Zahnärztl. Rdsch. Berlin Nr. 4, (1928), S. 169

30) KRAFT, Manfred: "Schildklammern bei Freiendprothesen". Dtsch. Zahnärzte-Bl. 9, H. 7, (1955), S. 241 ff

31) KRAUL, Karl: "Kraul-Federn". Quintessenz zahnärztl. Lit.,Berlin, H. 5, (1960), S. 1, Ref. 1417

32) KRAUSE, Alfred: "Unsere Erfahrungen mit der Retentionsprothese nach Kemény". Zahnärztl. Rdsch. Berlin, H. 20, (1957), S. 445

33) LEDERER, Kurt: "Die Geschichte der Klammer in der prothetischen Zahnheilkunde". Erlangen, Med. Med. F. Diss. v. 23. 10. 1949

34) LENGLER, W.: "Die L-Klammer". Zahnärztl. Rdsch. Berlin Nr. 7, (1946), S. 107 f

35) LYMPIUS, Wolfgang: "Die Messung der horizontalen und vertikalen Klammerkräfte nach Fehr". Berlin, Med. F., Diss. v.27.11.52

36) MARXKORS, R.: "Praktische Erfahrungen mit dem Ney-Klammer-System". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 6, (1960), S. 4 ff, Ref. 1433

37) PERINE, George: Korresp. bl. Zahnärzte, Berlin, H. 2, (1884), S. 114

38) REHM, Hans: Dtsch. zahnärztl. Wschr. 43, H. 12, (1940), S. 184

39) REHM, Hans: "Klinische Erfahrungen über die Verwendung von Ersatzstoffen auf dem Gebiete der totalen und partiellen abnehmbaren Prothese". Dtsch. zahnärztl. Wschr. 43, H. 28, (1940), S. 447

40) RIEGNER, Hans: Dtsch. Mschr. Zahnhk., XV. Jahrgang, H. 4, (1897), S. 141

41) RUBIN, Willi: "Die Klammersysteme unter besonderer Berücksichtigung

1) ihrer Einflüsse auf die Zahnsubstanz,

2) ihrer Einflüsse auf die Paradentien,

3) ihrer Brauchbarkeit in der Sozialpraxis".

Köln, Med. F., Diss. v. 23. 7.1956

42) SCHALOW, W.: "Die partielle Unterkieferprothese". Zahnärztl. Rdsch. Berlin 48, H. 17, (1939), S. 698

43) SCHELEFF, Drago: "Moderne Klammerbefestigung". Erlangen, Med. F., Diss. v. 27. 11. 1934

44) SCHMIDT, Arthur: "Planung und Entwurf von partiellen Prothesen". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 3, (1954), S. 2 ff, Ref. 418

45) SCHMITZ, Wilhelm: "Moderne Klammertechnik unter besonderer Berücksichtigung der Sozialpraxis". Dtsch. zahnärztl. Wschr. 43, H. 12, (1940), S. 181 ff

46) SCHORN, Martin: "Ney-Klammern". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 6, (1960), S. 1, Ref. 1431

47) SCHREIBER, Siegfried: "Die Verankerung von Teilprothesen durch Teleskopkronen". Dtsch. zahnärztl. Zschr. 2, H. 14, (1959), S. 983 ff

48) SCHRÖDER, Hermann: "Zahnärztliche Prothetik eine Wissenschaft". Dtsch. zahnärztl. Wschr. Nr. 5, (1930), S. 236

49) SCHRÖDER, Hermann: "Die verschiedenen Ersatzmöglichkeiten im Lichte der heute zur Verfügung stehenden Werkstoffe". Dtsch. zahnärztl. Wschr. 43, H. 27 (1940), S. 434

50) SCHUSTER, Hans: "Die Entwicklung der Klammern in der prothetischen Zahnheilkunde mit besonderer Berücksichtigung der modernen Klammertechnik". Erlangen, Med. F., Diss. v. 11. 7. 1930

51) SEIDEN, Albert: "Okklusale Auflagen und Auflagebetten". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 12, (1958), S. 1 ff, Ref. 1155

52) SELBACH, F. W.: "Das Wichtigste über Stahl und Chrom-Kobalt-Legierungen". Dtsch. Zahnärzte-Bl. 9, H. 2, (1955), S. 44 f

53) SINGER, Federico: "Die Scharnier-Prothese nach Strini". Quintessenz zahnärztl. Lit., Berlin, H. 1, (1954), S. 1, Ref. 392

54) SINGER, Federico: "Die partielle Retentionsprothese nach Kemény". Zahnärztl. Rdsch. Berlin, H. 24, (1957), S. 541

55) SOYER, G.: "Die Geschichte der Klammer". Zahnärztl. Rdsch. Berlin, Nr. 27, H. 6, (1957), S. 6

56) SPRENG, Max: "Plattenbasis und Klammern". Schweiz. Mschr. Zahnhk., Band LXIV, Nr. 3, (1934), S. 171

57) THIELEMANN: "Vereinfachung in der Herstellung von gestützten Prothesen". Dtsch. zahnärztl. Wschr. 43, H. 32, (1940), S. 516

58) TICHO, Fritz: "Über Druckbrecher". Zschr. Stomat. Wien, 28, (1930), S. 1132 ff

59) WEISS, Gerhard: "Tabellenmäßige Festlegung der Klammerkräfte durch Errechnung und Experiment in Abhängigkeit von Drahtlänge und -stärke verschiedener Materialien für die zahnärztliche Prothetik". Berlin, Med. F., Diss. v. 22.2.1955

60) WITZEL, A.: "Verwendung weichbleibenden Kautschuks für Klammern". Dtsch. Mschr. Zahnhk. (1888), S. 193

61) ZIEBE, Heinz: "Klammern und Klammermaterialien". Korresp. bl. Zahnärzte Berlin, H. 9, (1930), S. 351 f.

Anhang

Abb. 1-18

Abb. 1

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 5

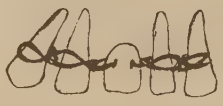
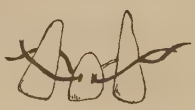


Abb. 6



(n. LEDERER)

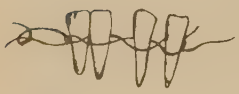


Abb. 7 (n. LEDERER)

Fig. 1

Fig. 2

Abb. 8

Fig. 3

(n. BONWILL)

Abb. 9

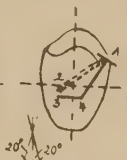


Abb. 9a (n. Elbrecht)

Abb. 10 (n. SEIDEN)

Abb. 11

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 14

Abb. 15 (n. SEIDEN)

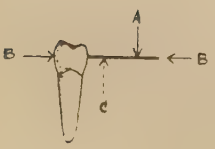


Abb. 16 (n. TICHO)

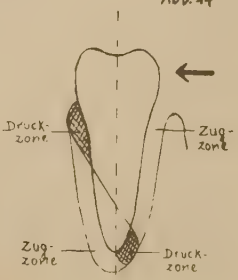


Abb. 17 (n. SCHRÖDER)

Molaren-Auflage-Klammer, hergestellt aus einem Klammer-Kreuz

Abb. 18

Abb. 19 - 45

Abb. 19

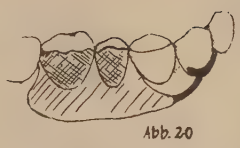


Abb. 20

Abb. 24

Abb. 23

Abb. 21

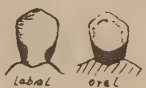


Abb. 22

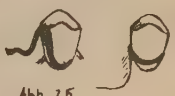


Abb. 25

Abb. 26

Abb. 27

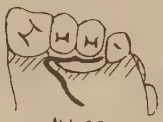


Abb. 28

Abb. 29

Abb. 30

Abb. 31
(n. BURKHARDT)

Abb. 32

Abb. 33

Abb. 34

Abb. 35

Abb. 36 (n. RUBIN)

Abb. 37 (n. KRAFT)

Abb. 38

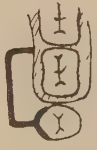


Abb. 39

Abb. 40

Abb. 41
(n. ELBRECHT)

Abb. 42

Abb. 43

Abb. 44 (n. RUBIN)

Abb. 45

Abb. 46-69

Abb. 46 (n. RUBIN)

Abb. 47

Abb. 48 (n. THIELEMANN)

Abb. 49

Abb. 50

Abb. 51

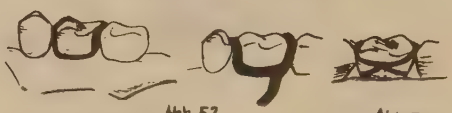


Abb. 52

Abb. 53

Abb. 54

Abb. 55

Abb. 56 (n. RUBIN)

Abb. 57

Abb. 58

Abb. 59 (n. RUBIN)

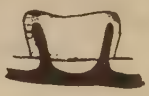


Abb. 60

Abb. 64

Abb. 62

Abb. 63

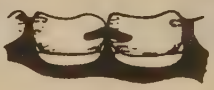


Abb. 64

Abb. 65 (n. RUBIN)

Abb. 66

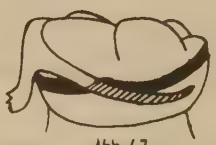


Abb. 67

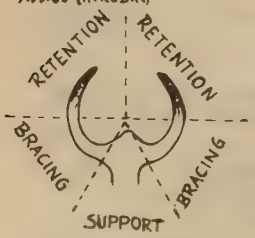
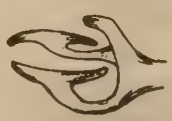


Abb. 68 (n. GINS)

Nr. 1-Klammer



Nr. 2-Klammer

Abb. 69 →

Abb. 69-75

1/2 Kombinations-
klammer

Rücklaufklammer

umgekehrte
Rücklaufklammer

Ringklammer

← Abb. 69

Abb. 70

Abb. 71 (n. SINGER)

Abb. 72

Abb. 73 (n. SINGER)

Abb. 74 (n. RUBIN)

Abb. 75 (n. KRAUL)

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. Kirsten für die freundliche Überlassung des Themas und für die verschiedenen Anregungen und Hinweise meinen besonderen Dank sagen.

Weiter danke ich Herrn Dr. Hehring für seine Mühewaltung und für die stets liebenswürdige Unterstützung, die er mir bei der Entstehung der Arbeit hat angedeihen lassen.

Lebenslauf

Am 26. Februar 1936 wurde ich als Tochter des Zahnarztes Dr. Gerhard Filitz und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Wild, in Brieg/Kreis Breslau geboren.

Im Jahre 1942 trat ich dort in die Volksschule ein.

Nach der Vertreibung aus Schlesien im Januar 1945 siedelte ich nach Hersbruck/Mfr. über, wo ich von 1946 - 1951 die Oberrealschule besuchte.

1951 wechselte ich in die Städt. Mädchenoberrealschule II in Nürnberg über, die ich 1954, nach bestandener Reifeprüfung, verließ.

Zum Wintersemester 1954 wurde ich an der Freien Universität Berlin für die Medizinische Fakultät, Fachschaft Zahnmedizin, immatrikuliert. Hier legte ich 1956 die Zahnärztliche Vorprüfung ab.

Am 14. 8. 1959 bestand ich an der gleichen Universität die Zahnärztliche Prüfung mit der Note "Gut".

Z. Zt. bin ich in der Praxis meines Vaters als Assistentin tätig.